



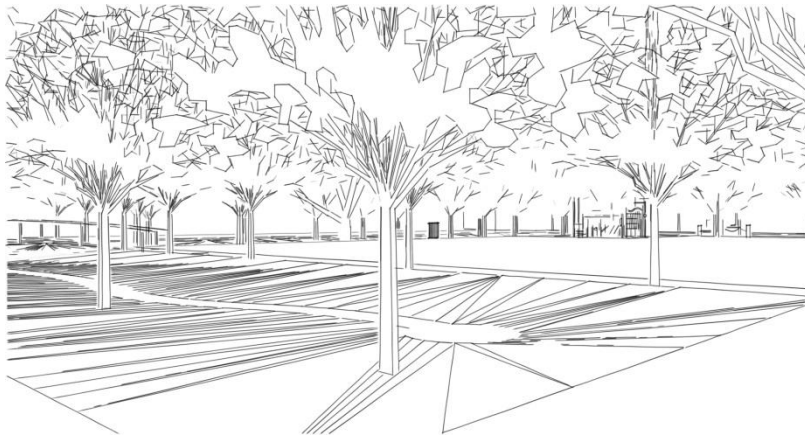
Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# Hållbar dagvattenhantering

- En fallstudie för Åstorp centrum

Sofia Stenberg



Självständigt arbete • 30 hp  
Hållbar stadsutveckling, ledning, organisering och förvaltning  
Alnarp 2015

## Titel

Hållbar dagvattenhantering - en fallstudie för Åstorp centrum

Sustainable stormwater management - a case study of Åstorp Centrum

Sofia Stenberg

**Handledare:** Mats Gyllin, SLU, Institutionen för Arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

**Bitr handledare:** Fredrik Christensson, WSP Group, Helsingborg

**Examinator:** Ann-mari Fransson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Bitr examinator:** Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A2E

**Kurstitel:** : Självständigt arbete i hållbar stadsutveckling

**Kurskod:** EX0760

**Ämne:** Landskapsarkitektur

**Program:** Hållbar stadsutveckling – ledning, organisering och förvaltning

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2015

**Omslagsbild:** Sofia Stenberg

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** *Stormwater Mangement, Hållbar dagvattenhantering, Förvaltning och drifts erfarenheter av LOD, SUDS, Urban ecology, Hållbar stadsutveckling, LID - Low impact development.*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

# Förord

---

Denna rapport har skapats för att jag, författaren, har blivit inspirerad av vad som kan åstadkommas med implementeringen av hållbara dagvattenanläggningar inom befintliga miljöer. Synliga dagvattenanläggningar kan numera skådas på olika håll i Sverige, vilket är utmärkt. Men det som inte ska glömmas är att den redan befintliga miljön också måste förändras, då det ofta är där översvämningarna sker samt att där finns högsta andelen hårdgjorda ytor, som troligen den största bidragaren till överbelastning på dagvattenledningsnätet. Augustenborg är en förebild, där planerare och andra aktörer kan hämta inspiration och lära sig av deras erfarenheter.

Jag hoppas med denna rapport få upp dina ögon för vad du kan göra med dagvattenhanteringen. Det finns otroligt många möjligheter att utforma och skapa trevliga, funktionsdugliga områden. Det finns några gränser eller snarare saker du som utformare måste tänka på vid implementeringen exempelvis stormplanter eller svackdiken.

Vill tacka min familj för fungerande som bollplank, rättstavningsprogram, samt ihärdigt lyssnande på synpunkter om varför stadsrummet är utformat som det är. T.ex. en enkel bilresa mellan A och B kan inkluderas med – varför är rondellen upphöjd och inte nersänkt? Hur ska dagvattnet nå den dagvattenbrunnen? m.m.

Vill tacka min handledare för guidning och råd genom denna process.

Vill även tacka min externa handledare WSP som hjälpte mig med information och valet av plats – Åstorp kommun.

Stort tack vill jag även ge NSVA och Åstorp Kommun som fungerat som ett bollplank och hoppas att mitt resultat och slutsatser bidrar till ökad implementering av hållbara dagvattenanläggningar i Åstorp Kommun.

Författaren Sofia Stenberg

A handwritten signature in dark ink, reading 'Sofia Stenberg'. The signature is written in a cursive, flowing style. The first name 'Sofia' is written in a larger, more decorative script, while 'Stenberg' is written in a slightly more compact, but still cursive, style. The signature is positioned above the date.

Alnarp den 10 juni 2015

# Sammanfattning

---

Utvecklingen av det moderna samhällsbyggandet har utvecklat en urban miljö vi inte vet hur den fungerar, menar Aryal et al (2010). Utvecklingen har gått från att arbeta i harmoni med naturens ekosystem och att se fördelarna med samarbetet, till att nästan arbeta och utveckla den urbana miljön tvärs emot naturens ekosystem, förklarar Barton & Pretty (2010). De förklarar vidare att det pågår hela tiden en mängd aktiviteter och stressfaktorer i den urbana miljön som kräver medborgarnas uppmärksamheter. Det leder till att medborgaren hamnar i ett tillstånd som kännetecknas av obeslutsamhet, ouppmärksamhet m.m., vilket också kallas mental trötthet. Barton och Pretty förklarar vidare att mycket forskning tyder på att boende i urbana miljöer behöver ökad kontakt med grönska och natur för att få möjligheten att kunna återhämta sig och lindra trötthet.

Att införa grönska till den urbana miljön kräver ändring på markstrukturer, menar Davis (2005) och förklarar att den urbana miljön har förstört naturens naturliga ekosystem, såsom naturlig infiltration av nederbörden. Vilket har resulterat i ökad avrinning från den urbana miljön som även påverkar omkringliggande landskap, menar Davis och förklarar att det har påverkat lokala vattendrag negativt genom ökat flöde vid inlopp samt högre föroreningshalter som rubbar naturliga ekosystem.

Gatson et al (2010) förklarar att denna utveckling skedde p.g.a. att nederbörden, eller dagvattnet, som hamnade i den urbana miljön skulle försvinna så snabbt och effektivt som möjligt, utan att besvära infrastrukturen. Det har bidragit med negativa effekter på den urbana miljön såsom, minskad möjlighet för infiltrering och då minskad grundvattenbildning, menar Gatson et al. Eftersom allt dagvatten ska försvinna effektivt, förklarar Gaston et al att det vid kraftiga regnfall kan orsaka överbelastning på ledningsnätet och att det då skapas ett bakåtryck som resulterar i översvämningar i källare, gaturum m.m.

För att försöka lösa den urbana miljöns problem med hanteringen av ökande regnfall, menar Elmqvist (2010), Stahre (2004) samt branchorganisationen Svenskt Vatten, att användningen av hållbara dagvattenanläggningar som skapas med hjälp av inspiration av naturliga ekosystem kan vara en del av lösningen på framtidens problem. Elmqvist (2010) menar att genom att utveckla och skapa urbana ekosystem och grönbå-miljöer och arbeta efter naturen, kan det bidra till skapandet av en urban miljö som är beredd på att möta de kommande klimatförändringarna som framtiden står inför. Utöver det kan de innovativa synliga dagvattenanläggningarna bidra med ökad grönska, förbättrad biologisk mångfald m.m. Det bidrar också till att påverka människors hälsa positivt genom att bidra med ökad luftfuktighet, ökad grönska, sänkta temperaturer och förbättrad luftkvalitet.

För att lyckas implementera hållbara dagvattenanläggningar i den urbana miljön måste de vinster och risker som finns med implementeringen av öppna dagvattenanläggningar lyftas för kommunalpolitiker. Författare, såsom Svenskt vatten, Peter Stahre, m.fl., förespråkar ett samarbete mellan olika aktörer och att planeringen för dagvattenanläggningar tidigt blir delaktigt i planeringsprocessen. Om man tittar på svensk litteratur beskrivs det ofta hur planeringen och genomförandet för hållbar dagvattenanläggningar ska ske inom nyexploaterade områden. Däremot finns det inte mycket Svensk litteratur som lyfter implementering av hållbara dagvattenanläggningar inom befintliga miljöer. Det är något som behövs för att öka införandet av andra dagvattenanläggningar än bara gröna tak inom den urbana miljön. Det behövs även tydligare manualer och föreskrifter hur genomförandet och förvaltningen ska lyckas, för uppnå målet med en hållbar dagvattenanläggning.

Resultatet består av ett förslag hur Åstorp Kommun kan implementera hållbara dagvattenlösningar i sitt offentliga rum, för att skapa en förskönad, grönnare miljö och samtidigt skapa klimatanpassad dagvattenhantering, utan att öka dimensionerna på dagvattenledningsnätet. Förslagen är tre standard ytor som sedan kan omvandlas och implementeras på likande ytor runt om i kommunens andra byar.

# Abstract

---

Aryal et al (2010) explains that the development of modern societies has developed an urban environment that we don't know how it works. The development has gone from working in harmony with natural ecosystems and humans taking advantage of them, to almost work against the natural processes and develop an urban environment that does not include any natural ecosystems, explains Barton and Pretty (2010). They further declare that in today's urban environment there is constantly a variety of activities and stress factors, which constantly require citizen's attentions. That fallouts to a condition characterized by indecision, inattention and so forth, and it is also called mental exhaustion. Barton and Pretty further explains that much of the current research suggests that living in urban environment requires an increased contact with greenery and green areas to have the ability to recover from mental exhaustion.

Introducing greenery to the urban environment requires change on ground structures, says Davis (2005) and further explains that the urban environment has destroyed the natural ecosystems, such as natural process of infiltration of rainwater down to the groundwater. The cities lack to infiltrate rainwater has resulted in an increased runoff flow from the urban environment that also affects the surrounding landscape, says Davis and explains that high levels of runoff has also affected the local rivers negatively by increased the flow at the inlets as well as higher levels of contaminants that disrupt natural ecosystems.

Gatson et al (2010) explains that this development took place because the rainfall, or so-called stormwater, that ended up in the urban environment should disappear as quickly and efficiently as possible, without affecting the infrastructure. Gatson et al explains that this way of planning and maintaining the stormwater has contributed to negative effects on the urban environment, such as, reducing the opportunity for infiltration and the reduced of groundwater recharge. Because all the rainwater will effectively disappear, explains Gaston et al that during heavy rainfall it can cause an overload in the traditional stormwater grid and create a backwards pressure, which results in flooding in the basement, on street level, etc.

The authors Elmqvist (2010), Stahre (2004) and the branch organization Svenskt Vatten publications say that to try to solve the urban environment problems and the handling of increasing extreme rainfall, the urban planning must take inspiration from natural ecosystems and develop more innovative sustainable stormwater facilities, visible to the eye. Elmqvist (2010) says that to develop and create urban ecosystems and working after natures assets, can contribute to the construction of an urban environment that is prepared to meet the upcoming climate changes the future holds. In addition, the sustainable stormwater facilities can help increased the urban environment greenery, improved biodiversity, etc. It can also help to influence the people's health positively by contributing with increased humidity, increased greenery, lower temperatures and improved air quality.

In order to successfully implement sustainable stormwater facilities in the urban environment the benefits and risks associated with facilities must be raised to local politicians, so they can see the benefits of changing their ways.

If you look at the Swedish literature it describes the planning and implementation of sustainable stormwater facilities within the new developed areas and that writers, such as Svenskt vatten, Peter Stahre, etc., advocate that a cooperation between different actors is important and the planning for stormwater facilities become involved in the planning process early. Today, there is not much Swedish literature that highlights the existing urban environments and that describes how the implementation of those areas should make the change to sustainable stormwater facilities. There is also a need to created clearer manuals and regulations how to make the implementation and management successful, to achieve the goal of sustainable stormwater facility.

The result consists of a suggestion how Åstorp municipality can implement sustainable stormwater solutions in their public spaces, to create an attractive, greener environment while also adapting to the future challenges of climate changes, without increasing the dimension of the stormwater pipe network. There are three proposals that have been designed and they are called *standard areas*, because they can be found around the municipality and the purpose is that the standard areas can be converted and implemented in similar areas around the municipality's villages.

## Innehållsförteckning

Inledning.....	8	Kvalitativa intervjuer .....	43
Bakgrund .....	8	Ett sammandrag av intervjuerna.....	46
Syfte .....	13	Nulägesanalys .....	51
Mål .....	13	Allmän info .....	51
Frågeställning .....	13	Platsbeskrivning .....	57
Avgränsningar .....	13	Åtgärdsförslag .....	62
Uppsatsens struktur - Disposition.....	13	Plats: Nya Torg .....	62
Begreppsförklaring.....	14	Plats: Parkering .....	66
Litteraturgenomgång .....	15	Plats: Storgatan .....	69
Urbana vattenflöden .....	15	Skötselråd.....	72
Hållbar dagvattenhantering .....	24	Vinter aspekter .....	73
Mervärden .....	24	Diskussion och slutsats .....	76
Cahill´s praktiska principer .....	25	Diskussion.....	76
Befintlig miljö .....	26	Slutsats .....	81
Lag och planering för hållbar dagvattenhantering.....	27	Framtida forskning .....	82
Dagvatten och kallt klimat .....	28	Källförteckning .....	83
De olika systemen .....	30	Muntliga Källor.....	85
Övriga system.....	41	Bilagor.....	86
Metod .....	42	Bilaga 1 Jordkarta .....	86
Litteraturen.....	42	Bilaga 2 – Bilder på anläggningar.....	87

# DEL I

---

*The world will not evolve past its current state of crisis by using the same thinking that created the situation.* – Albert Einstein

## Inledning

## Bakgrund

### Urban ecology

I dag lever mer än hälften av jordens befolkning i urbana miljöer och samtidigt sker en stadig ökning av urbanisering i västvärlden och troligen kommer befolkningsmängden öka kraftigt i den urbana miljön innan 2020-talet, menar Aryal et al (2010) och Barton & Pretty (2010). Det är därför inte konstigt att de boende i urbana miljöer påverkas av många stressfaktorer såsom trafikbuller, avgaser, trängsel och rädsla för brott. Barton & Pretty (2010) förklarar att dessa stressfaktorer bidrar till att den mentala tröttheten inte hinner återhämta sig, då vardagen består av ett flertal komplex informations verksamheter som kräver ständig uppmärksamhet. Det som sker är att man hamnar i ett tillstånd som kännetecknas genom obeslutsamhet, ouppmärksamhet samt ökad irritabilitet, vilket i sig leder till stress. Barton & Pretty förklarar att forskning visar att människans kontakt med naturen och grönområden bidrar till minskad stress och återhämtning av uppmärksamhet samt lindrar trötthet. Därför är vikten av nära grönmiljöer viktigt för människor så de regelbundet kan minska pressen från stadslivet menar Barton & Pretty.

Hough (1984) menar att med den allt ökade problematiken med en sämre livsmiljö i den urbana miljön, ökar också oron med exempelvis bekymmer om energi, föroreningar, minskad biologisk mångfald, samt naturliga eller produktiva landskap. Bristen på att se fördelar med ekologiska processer i staden har länge varit obefintlig eller hade en väldigt liten inverkan vid planering av den urbana miljöns form och design. Hough menar att tanken var att den moderna staden skulle ses som en produkt för att spara energi, ekonomisk kraft, hög teknologi och med det kom en förnekelse för naturprocesser och de miljökonsekvenser som där tillkommer. Gaston et al (2010) tillägger att urbaniseringen inte enbart

påverkar den urbana ytan utan också omkring liggande landskap och längre bort än så, då urbaniseringen påverkar både den biotiska och abiotiska miljön. Gaston et al förklarar att traditionellt har fokus inom forskning och utveckling för den urbana miljön länge legat inom hur människors hälsa påverkas av den urbana miljön utifrån dålig luftkvalitet, föroreningar i vatten och orenliga miljöer. Gaston et al menar att resultatet av forskningen har ofta visat ett negativt resultat och historien om stadens utveckling bidrar inte heller till en positiv bild av den urbana miljön, då från ett historiskt perspektiv kopplas den urbana miljön samman med barnadödlighet, sjukdomsspridning och generellt dåligt leverne. Vilket stämmer till viss del i världen än idag.

Den traditionella utvecklingsmetoden har gjort att trycket på obebyggda marker blivit stort och påverkar omkringliggande miljöer negativt, menar Davis (2005). Davis förklarar att genom att ändra markstrukturerna och skapa stora mängder ogenomträngliga ytor förstörs också den naturliga infiltrationen, samt att det finns en ökad risk att förstöra/ödelägga lokala vattendrag genom det ökade flödet och högre föroreningshalter, som kan förstöra livsmiljöer och hela ekosystem. Barton & Pretty (2010) skriver att det finns en del fördelar med att inkludera grönska i städerna då det förbättrar människans hälsa och välmående, förbättrar beteenden, förbättrar skapade av nätverk och motion, minskar nivån av brott, ilska och våld. Barton & Pretty menar att fördelarna med den urbana grönskan sträcker sig bortom att endast handla om ekosystemtjänster, som tillhandahåller och bevarar biologisk mångfald, utan att den förstärker också en positiv inverkan på den fysiska och psykiska hälsan för stadsborna.



Hough (1984) förklarar att urbana landskap kan delas in i två delar, där den första är det 'vårdade landskapet'. Där finner man blomsterplanteringar, gräsmattor, träd, fontäner och allmänna planerande ytor som anpassas efter den traditionella samhällsdesignen. Det vårdade landskapet kräver stora energiinsatser för att hållas prydligt och frodigt samt kräver stor kunskap inom konstruktions- och växtteknik. Hough förklarar att det andra landskapet kan kallas 'slumpartat' eller det tillfälliga landskapet. Detta landskap innefattar ofta de bortglömda ytorna i den urbana miljön. Hough menar att det är ytor som oftast är översvämmade efter regn eller där ogräs frodas. Hough förklarar att den urbana naturliga floran ses ofta som ogräs, då vegetationen dyker upp i sprickor eller runt gatubrunnar i trottoarer, på hustak, väggar, industriområden eller var som helst 'ogräset' kan få fotfäste. Den urbana floran överlever mot alla odds från föroreningar, nedtrampningar och skötarpersonal samt ger skugga och fukt som skapar bra livsmiljöer för djurliv för ingen kostnad eller skötsel drift menar Hough. Men ändå är det oönskat i den urbana miljön.

Sedan 1960-talet har det utvecklats en förståelse för behovet att föra in naturliga värden till den urbana miljön, menar Hough (1984) och förklarar att hanteringen och användningen av de naturliga resurserna fått ökad uppmärksamhet. Gaston et al (2010) skriver att på senare år har forskningens fokus breddats till att inkludera vilken inverkan den gröna och ekologiska mångfalden har på den urbana miljön och hur det, både mentalt och psykologiskt, kan påverka statusen av omgivande bebyggelse, då främst för människors hälsa och ekonomisk värdeökning på fastigheten, samt hur den kan bidra till biologiskt bevarande av arter. När det idag ofta diskuteras om människors välmående och hälsa associeras det ofta med ekosystemtjänster, som kan definieras som de fördelar man får från ekosystemen menar Gaston et al och förklarar att de kan delas in i fyra huvudkategorier från Millennium Ecosystem Assessment (2005) i figur 1.



Figur 1 visar de fyra huvudkategorier från Millennium Ecosystem Assessment (2005). Figuren sammanfattar de fyra olika urbana ekosystemen och de tjänster de tillhandahåller.

Barton & Pretty (2010) förklarar att det finns flera olika typer av grönområden som är viktiga där människor bor och arbetar. Dessa grönområden varierar från större parker och trädgårdar (formella, gemensamma och privata) till småskaliga torg, odlingslotter eller gröna tak. Barton & Pretty fortsätter förklara att andra betydelsefulla områden för människor kan vara kanaler eller flodbankar, trädalléer i gatan, kyrkogårdar, skogar och ängsmarker, golfbanor, cykelvägar eller skolgårdar. Gaston et al (2010) förklarar att genom att titta på den urbana miljön i ett bredare ekologiskt perspektiv, är den urbana miljön relativt utarmad jämfört med omkringliggande landsbygds flora och fauna. Gaston et al menar att de få arter som man naturligt ofta finner i den urbana miljön kategoriseras oftast som skadedjur eller ogräs (skadegörare/oönskat material). *Det som det som är ett problem i den urbana miljön, d.v.s. bristen på biologisk mångfald. Då av det planterande materialet finns det ofta stora kvantiteter/antal av en art, som gör att denna art blir extra känslig för sjukdomar som kan bli en stor påverkan på den urbana miljö när en art faller bort vid sjukdom.*

## Klimat i staden

Gaston et al (2010) skriver att det är allt vanligare idag att det diskuteras hur den urbana miljön behandlas enligt konceptet '*Urban Heat-Island Effekt*' eller '*värme-ö effekt*', som betyder att man jämför temperaturen i staden mot det omkringliggande landskapet. Gaston et al beskriver att skillnaden mellan större städer och landsbygd kan variera mellan 6-12 °C i omgivningstemperatur och lufttemperaturen är ofta 2-10 °C högre i urbana miljöer än på landsbygden. Fenomenet 'värme-ö' upplevs i storstäder under sommarårstidens dag- och nattetid, när det är svag vind och molnfritt. Gaston et al förklarar att fenomenet 'värme-ö' uppstår i den urbana miljön på grund av att där finns en större andel hårdgjorda ytor, såsom vägar och byggnader, som reflekterar (albedos) solstrålningen under dagen samt att ytor har en lagringsförmåga av inkommande solstrålning och som sedan frigörs på natten som långvågig strålning. Elmqvist (2010) förklarar att andelen hårdgjorda ytor ökar inom den urbana miljön bidrar med en ökad sannolikhet för extrema värmeböljor och ökade dödsfall bland unga och gamla.

Om ytan består av en gräsmatta eller annat grönområde, blir värme-ö effekten omvänd eller minskad och bidrar med ökad luftfuktighet förklarar Gaston et al (2010) och menar att det är en av många fördelar med vegetationen i den urbana miljön. Däremot menar Gaston et al att fördelarna med att plantera vegetation i urbana miljöer tenderar att vara icke-linjär. Tillsättningen av små mängder av vegetation, där det tidigare inte funnits, ger större skillnader för omgivningstemperaturen än om det görs små ökningar i områden som redan har omfattande grönska, såsom parker. Komplettering av ytor med brist på vegetation kan göras i många olika former, exempelvis genom gröna tak eller gröna väggar. Gaston et al skriver att en annan fördel med att öka mängden vegetation i urbana miljön kan bidra till en minskad förbrukning av fossilbränslen, då när det blir påfrestande varmt i staden så höjs troligen användningen luftkonditioneringen som bidrar till förbränning av fossilbränslen och CO<sub>2</sub> utsläpp.

Hough (1984) skriver att användningen av vatten och grönska, en så kallad grön-blåstruktur, är ett viktigt naturligt element för att kontrollera klimatet i staden. Det kan bidra med ökad luftfuktighet, sänkt temperatur, skugga och vackra estetiska miljöer.

## Framtida problem med klimatförändringar

Utvecklingen av de urbana miljöerna har skett under en kort tidsperiod och urbaniseringen har skapat nya landskap som vi inte vet riktigt hur den fungerar, förklarar Aryal et al (2010) och Elmqvist (2010) tillägger att vi inte vet hur den urbana miljön kommer att reagera på kommande klimatförändringar. Det är nämligen i städerna som klimatförändringarna kommer vara mest kännbara, menar Elmqvist (2010). Nedan finns Tabell 1 som visar sannolikheten för olika klimatfenomen för den urbana miljön.

Hur staden kommer att påverkas av klimatförändringar och vad dessa konsekvenser blir, råder det en viss osäkerhet om, då det finns många olika klimatscenarier framtagna menar SMHI (2014b). SMHI (2014b) förklarar att grundtanken med scenarierna är att de ska visa olika utvecklingar, som kan vara praktiskt hjälpmedel för samhällsplanering. Anledningen till att det finns en variation av klimatscenarier beroende av hur nutida agerande kommer att påverka framtiden förklarar SMHI (2014b). När klimatscenarier används som planeringsverktyg för att anpassa städerna inför de framtida klimatförändringarna, menar SMHI att det är viktigt att även titta på de regionala klimatscenarierna. Anledningen, menar SMHI, beror på att de globala klimatförändringarna fungerar som ett medelvärde och klimatförändringarna kommer att påverka regioner olika. Om man tittar på regionen Sverige, så kan det utläsas av klimatscenarierna att det kommer bli en kraftig temperaturökning, vilket kommer märkas mest under vinterhalvåret då snömängderna kommer att minska och vegetationsperioden bli längre. Det kommer även bli en stor ökning av årsnederbörden, med skillnader från norr till söder på grund av skillnader i landhöjningar, förklarar SMHI (2014b).

**Tabell 1** visar de förväntade effekter i urbana områden av ett förändrat klimat med extrema väderhändelser och vilka konsekvenser det har för urbana områden. Tabellen visar även vilken grad av sannolikhet det har att inträffa med en variation från Sannolikt, Hög sannolikhet och till säkerhet (innebär att det kommer inträffa eller redan inträffat), återskapad från Elmqvist (2010) samt IPCC (2007).

Ökad frekvens av olika klimatfenomen	Förväntade konsekvenser	Sannolikhet
Värmeböljor	Större energibehov för behov av kylning; Sämre luftkvalitet; ökad frekvens av värmerelaterade stress; stor påverkan och högre dödlighet på den yngre och äldre delen av befolkningen.	Hög sannolikhet till säkerhet
Kraftig nederbörd	Kommer orsaka störningar i handeln och transporter; bidra till värde minskningar och stora kostnader för översvämningsskador på fastigheter.	Hög sannolikhet
Torka	I sommarhalvåret och södra delar; Kommer det troligen bli vattenbrist för hushåll, industri och handel; Möjligen att det blir en reducerad el från vattenkraft.	Sannolikt
Stormar	Vid kustnära områden kan skador på egendom öka; störningar i vattenförsörjning för hushåll, industri, handel och tjänstesektorn.	Sannolikt
Extrema havsnivåer	Vid kustnära områden kan skador på egendom öka; kostnader för evakuering; Ökat saltvatteninträngningar i grundvattenreservoarer och minskar färskvattentillgången.	Sannolikt

SMHI (2014a) förklarar att under det kommande århundradet kommer nederbörden i Sverige öka med ca 0-40% , där ökningen är som störst under vinterhalvåret. Vinterhalvåret kommer även att bli mer instabilt och variera från år till år. Snöförhållandena kommer variera beroende på nederbörden och temperaturen för det specifika året. Därigenom kan snösäsongen komma att bli kortare och med ett tunnare snötäcke, trots att nederbörden kommer att öka under vinterhalvåret. SMHI (2014a) förklarar att under sommaren förväntas det bli längre torrperioder i Sydsverige och resterande av landet ser det ut att bli liten ökning men annars väldigt få förändringar. Däremot kommer den genomsnittliga avrinningen att öka med ca 5 – 25 %, menar SMHI (2014a).

Elmqvist (2010) förklarar att det viktiga för städerna är att de kan anpassas för att möta framtidens krav, utan att påfresta klimatet mer. Elmqvist förklarar att många städer idag är sårbara för att de ligger i högrisk områden, vilket menas att de är extra utsatta för översvämningar eller ligger nära kustlinjen och är utsatta för havsnivåhöjningar. Vidare förklarar Elmqvist att genom att använda ekosystemtjänster så kan man förbereda och underlätta för staden att hantera de kommande förändringar som den idag inte är konstruerad för. Kostnaden blir då relativt låg, både för anläggning samt underhållet.

### Hur uppstod hållbar dagvattenhantering i Sverige

Stahre (2004) och Viklander & Bäckström (2008) berättar att det i Sverige under 50 år har tillämpats olika variationer för alternativ dagvattenhantering. Det startade med utvecklingen av duplikatsystem, som ersatte de traditionella kombinerade ledningsnätet till två separerade ledningsrör, ett för avlopp och ett för dagvatten. Det gjordes för att avlasta reningsanläggningar från höga flödestoppar. Stahre (2004) förklarar att högt tryck på reningsanläggningar resulterar i utsläpp av orenat vatten i recipienten, samt att det finns en risk för upptryckning i avloppsledningen som medför översvämningar i källare. Denna övergång av ledningsnät skedde på 1960-talet där duplikatsystem var den nya

standarden, menar Stahre, vilket bidrog till att de äldre delarna i städerna, som ofta är de centrala, har kombinerade nät och som sedan delas till de duplikatsystemen, som återfinns i stadens yttreområden.

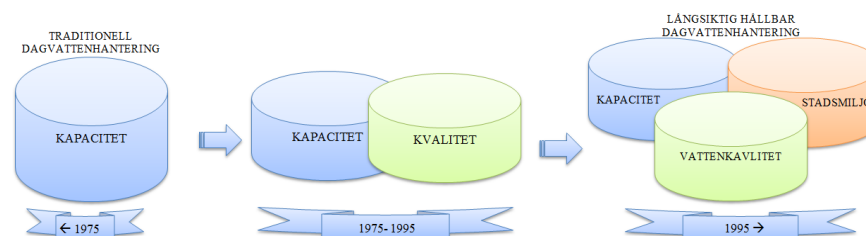
När begreppet LOD skapades på 70-talet, förklarar Svenskt vatten AB (2011) att det var en kreativ tid och många olika tekniska lösningar prövades. Tyvärr blev resultatet inte alltid positivt och det hade till följd att begreppet LOD fick dåligt rykte. En möjlig anledning till att det blev så kan bland annat bero på missar i planeringen för hantering av kraftiga eller ihärdiga regn, samt ofullständiga undersökningar om markstrukturer och infiltrationskapaciteter.

Stahre (2004) förklarar att i Sverige används idag ofta begreppet *Långsiktig hållbar dagvattenhantering*, som först kom på tal under 1990-talet efter att Rio-deklarationen och Agenda 21 introducerade begreppet *hållbar samhällsutveckling* med tre grundprinciper; *tekniska, ekonomiska och sociala aspekter*. Begreppet utvecklades sedan till *hållbar stadsutveckling* och med ekonomiska, sociala och ekologiska aspekter, som slagit igenom på allvar de senaste åren. Denna utveckling har påverkat dagvattenhanteringen till de bättre förklarar Stahre, och menar att det utvecklats från att endast fokusera på kapacitet (traditionell dagvattenhantering), enligt figur 2, till att även inkludera på vattenkvalitet och stadsmiljö (långsiktig hållbar dagvattenhantering).

Viklander & Bäckström (2008) förklarar att de nya synsätten för hantering av dagvatten på 1990-talet fick många olika namn, såsom integrerad dagvattenhantering, ekologisk dagvattensystem samt alternativ dagvattenhantering. Integrerad dagvattenhanteringen var ett koncept som inkluderar en estetisk- och rekreationsaspekt, samt baserades på kriterier för en hållbar utveckling och det naturliga kretsloppet, till exempel flödesutjämning i öppna vattendrag, nedbrytning av biologiskt material, perkolation etcetera.

Svenskt vatten AB (2011) förklarar att därför benämns LOD i Sverige idag som *hållbar dagvattenhantering* för att gå vidare från gamla missförstånd

och tydlig förklara att det handlar mest om fördröjning av avrinningen och en möjlighet att införa naturliga ekosystem till den urbaniserade staden.



**Figur 2** förtydligar utvecklingen från traditionell dagvattenhantering mot nutidens långsiktig hållbar dagvattenhantering med tre aspekter. Figuren är återskapad från Stahre (2004, s.11) samt Svenskt vatten AB (2011, s.12)

## Syfte

Syftet med uppsatsen är att undersöka fördelarna och nackdelarna med att hantera dagvatten inom den befintliga bebyggelsen med hjälp av hållbar dagvattenhantering.

Syftet för fallstudien är att undersöka vilka metoder/anläggningar som lämpar sig för dagvattenhantering i Åstorps centrum.

## Mål

Målet är att skapa en ökad kunskap om dagvattenhantering och vilka reningstekniker som är lämpliga för rening av förorenat dagvatten inom befintliga områden eller täta inre stadsdelar/stadskärnor, och på så vis möjligen skapa en mall för liknade projekt för befintliga områden. Målet är även att försöka belysa aspekter såsom vinteranpassning, ”sett över året” och förvaltnings- och driftfrågor.

## Frågeställning

Vad finns det för:

- vinster och mervärden med införandet av hållbar dagvattenhantering inom befintlig bebyggelse?
- risker under planeringen, införandet och förvaltningen av hållbara dagvattenanläggningar inom befintlig bebyggelse som bör finnas i åtanke?
- lämpliga reningstekniker för befintliga kvarter?

## Avgränsningar

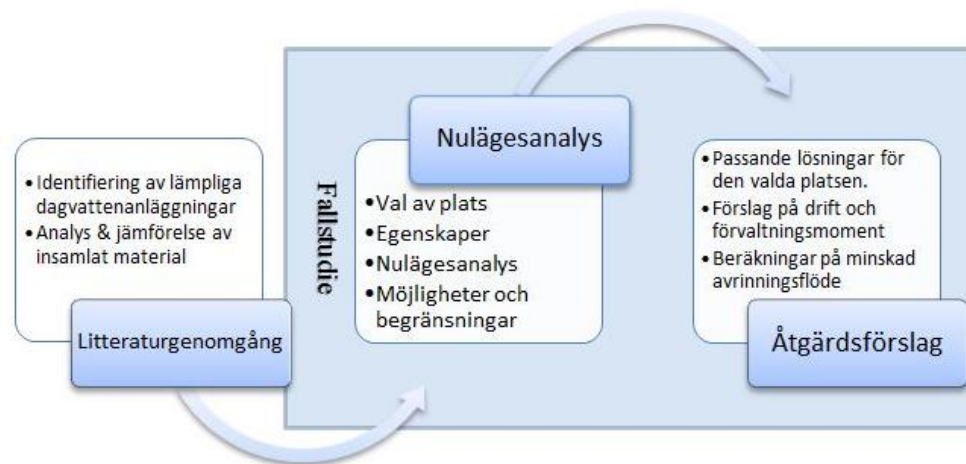
Uppsatsen kommer att fokusera på befintliga urbana områden eller täta inre stadsdelar/stadskärnor och kommer inte inkludera aspekter och möjliga användningsområden för nya exploateringsområden.

Efter den övergripande teorigenomgången kommer uppsatsen att fokusera på vald orts centrum (Åstorp) för undersökning av möjliga åtgärdsförslag.

## Uppsatsens struktur - Disposition

Figur 3 visar dispositionen för arbetet tillvägagångssätt och uppbyggnad.

Uppsatsen är uppdelad i tre delar, *Litteraturgenomgång*, *Nulägesanalys* och *Åtgärdsförslag* enligt figur 3. I *litteraturstudien* kommer insamling och



inläsning av data att ske, som resulterar i en skriven text och med lätt överskådliga tabeller som kan användas för jämförelse och/eller en analys av det skapade materialet. Därefter går uppsatsen in i en *fallstudie fas*, där det först görs en nulägesanalys för den tilltänka platsen, där det görs observationer, undersökning av befintlig belastning, föroreningsgrad, avrinningsområden, samt övrig problematik eller fördelar m.m. Efter genomförd nulägesanalys kommer teori- och nulägesanalysen att sammanställas för att urskilja möjliga förslag till åtgärder på den valda platsen, som i detta fall är Åstorp centrum.



## Begreppsförklaring

### Abiotisk miljö:

Abiotisk miljö innefattar den icke-levande miljön, d.v.s. berg, luft vatten m.m. Ofta delas den abiotiska miljön upp i tre delar: atmosfären (lufthavet), hydrosfären (vattenmiljöerna) och litosfären (berggrund och mineraljord). (NE 2015a)

### Avrinningskoefficient $\varphi$ :

Avrinningskoefficient visar den maximala andelen av avrinning från ett avrinningsområde. Det har att göra med hur hög hårdgörningsgrad och exploateringsgrad ett område har. Koefficienten påverkas också av områdets lutning och samt regnintensitet då ju högre lutningen och regnintensitet blir avrinningskoefficienten högre. (Svenskt vatten AB, 2011)

### Avrinningsområde:

Avrinningsområde eller dräneringsområde, är det område där nederbörden samlar det vatten som rinner från olika punkter till en viss plats. Platsen återfinns ofta i den lägsta punkten för området. (NE 2015b)

### Biotisk miljö:

Biotisk miljö innefattar den levande miljön d.v.s. olika organismer, djur, växter, svampar, m.m. (NE 2015c)

### Bräddavlopp:

Bäddavlopp innefattar ett ordnat avlopp från en fördröjningsanläggning. Dess funktion är att omhänderta överskottsvatten som anläggningen inte dimensioneras för. (Svenskt vatten AB 2011)

### Dagvatten:

Dagvatten innefattar ytligt avrinnande regn- och smältvatten. (Svenskt vatten AB 2011)

### Duplikatsystem:

Duplikatsystem är separata ledningar för avlopp/spillvatten- och dagvattenledningar. (Svenskt vatten AB 2011)

### Ekosystem:

Ett ekosystem är ett ekologiskt system som innefattar allt levande och samspelet till deras livsmiljö, inom ett visst område. Finns några viktiga uppdelningar på olika ekosystem: landekosystem (terrestra ekosystem), havsekosystem (marina ekosystem) och sötvattenekosystem (limniska ekosystem). (NE 2015d)

### Evapotranspiration:

Evapotranspiration är namnet på den process när vatten avdunstar från en bevuxen markyta. Processen består av: evaporation från barmark, öppet vatten (pölar, snötäcke m.m.) samt fritt vatten på växtligheten (regn eller snö), dels av transpiration av vatten som passerat genom växterna från marken. (NE 2015e)

### Infiltration:

Infiltration är när vatten intränger ner i jord och berg, ofta i poröst eller sprickigt material. (Svenskt vatten AB 2011)

### Kombinerat system:

Kombinerat system är ett avloppssystem som innefattar engemensam ledning för spill-, dag- och dränvatten. (Svenskt vatten AB 2011)

### Perkolation:

Perkolation är vattnets långsamma rörelser under markytan genom marklager av poröst material. (Svenskt vatten AB 2011)

### Recipient:

Recipient betyder mottagare d.v.s. i miljösammanhang vattendrag, sjöar och hav. (NE 2015f)

## Litteraturgenomgång

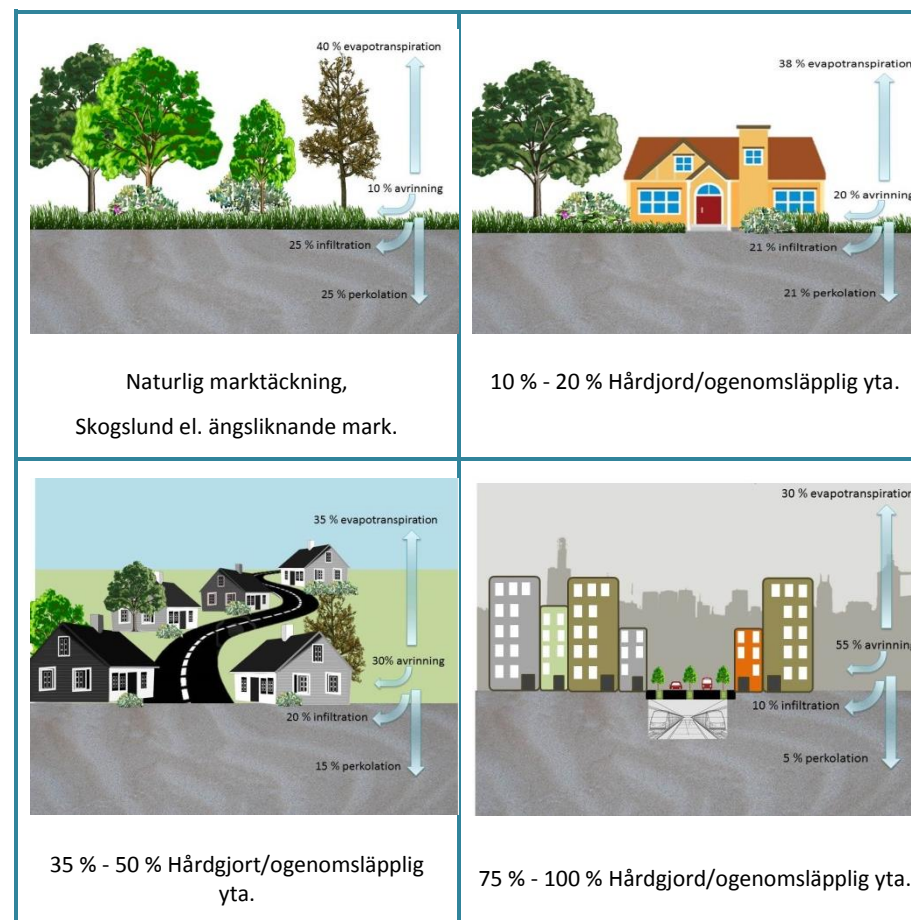
### Urbana vattenflöden

#### Vattenflöden

Hough (1984) förklarar att urbaniseringen har förändrat hydrologin för stadsmiljön genom förändringar i vattenförsörjning, dränering och utflöde. Gaston et al (2010) förklarar att forskningen har länge fokuserat på förhållandet mellan de ogenomsläppliga ytorna (asfalt m.m.) och vattenreglering. All denna marktäckning med ogenomsläppliga material (täcker omkring 9 % av hela Europa) är den stora orsaken till ökningen av ytvavrinningen och minskningen av infiltrationskapaciteten i staden menar Gaston et al (2010). Gaston et al förklarar att det skiljer sig rätt markant mellan en yta med naturligt marklager mot en urban yta som är täckt till ca 75 % - 100 % med ogenomsläppligt material, som visas i Figur 4. Figuren visar relationen mellan fyra faktorer som påverkar dagvattnet, vilka är; *andel ogenomsläpplig marktäckning, ytvavrinning, infiltration, och evapotranspiration*, återskapad från Federal Interagency Stream Restoration Work Group (1998, s. 193) samt från Hough (1984, s. 72).

Gatson et al (2010) förklarar att den troliga anledningen till 55 % avrinning i den urbana miljön är att infrastrukturen är byggd för att få bort dagvattnet från ytan så effektivt och snabbt som möjligt och då främst genom dagvattenledningar. Detta resulterar i ett högt flöde i ledningssystemen och högre topputsläpp vid recipienten, som vid kraftiga regnfall kan resultera i överbelastade ledningssystem och skapa bakåtryck och orsaka översvämningar. Gaston et al förklarar att ett annat problem med att endast leda bort dagvattnet, utan någon möjlighet för infiltration, är att det bidrar till minskad grundvattenbildning, som påverkar parker och trädplanteringar inom staden.

Gatson et al (2010) beskriver att ytvavrinningen sker olika beroende på vilket material ytan består av, exempelvis om grönområden ökar så minskar ytvavrinningen märkbart och det blir minskad vattenförlust från



Figur 4 visar skillnaden mellan en naturlig mark mot en urban stad. Återskapad från Federal Interagency Stream Restoration Work Group (1998, s. 193) samt från Hough (1984, s. 72).

grundvattnet. Gatson et al förklarar att det finns generella modeller för att räkna på de olika ytmaterialens kapacitet (allt från genomsläppliga till ogenomsläppliga material) att infiltrera dagvatten, nämligen avrinningskoefficienter. Det är relativt stor skillnad på värdet på de olika

koefficienterna menar Gaston et al, och beskriver att ofta när grönområdena minskar så ökar avrinningen. Dock kan ett grönområde få ett högt koefficientvärde då jordlagrens strukturer kan vara förstörda genom packning av byggmaskiner vid byggnationsområdet och resulterat i förstörd infiltrationskapacitet.

Svenskt vatten (2004) förklarar att en avrinningskoefficients värde framställs genom en beräkning av nederbörden som blir kvar efter att man räknat bort den del som avdunstar, infiltreras eller absorberas av växlighet samt genom magasinering i ojämnheter på markytan. Användningen av avrinningskoefficient är lämplig när man räknar på hur stor andel av ett område som leder till avrinning. Tegelberg & Svensson (2013) förklarar att då ett område består av flera olika marktyper kan de sammanställas genom sammanvägning av flera avrinningskoefficienten ( $\phi$ ). Därefter används beräkningen enligt den rationella metoden Formel 1, där det då bestäms ett dimensionerat flöde utifrån dimensionerande regnintensitet, avrinningsområdets area, samt den beräknade avrinningskoefficienten.

Formel 1 där slut resultatet blir den totala avrinningen för hela området.

$$q_{dim} = i(t_r) \cdot \phi \cdot A$$

där

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$i(t_r)$  = dimensionerande regnintensitet [l/s·ha]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\phi$  = avrinningskoefficient [-]

där

$$\phi = (A_1 \phi_1 + A_2 \phi_2 + \dots + A_v \phi_v) / (A_1 + A_2 + \dots + A_v)$$

Svenskt vatten (2004) förklarar att förutom dessa faktorer bör även ytans förutsättningar tas i beräkning. Avrinningskoefficienten bestäms inte enbart av andelen hårdgjord yta och exploateringsgrad, utan också av marklutningen och regnintensiteten. Tabellen 2 nedan är beräknad efter

ytor med måttliga lutningar, om inte annat nämns, och dimensionerade regnintensiteter. Svenskt vatten (2004) tillägger dock att det är värt att tänka på att ju större lutning och högre regnintensitet det är, desto högre avrinningskoefficient bör användas.

Tabell 2 visar de olika avrinningskoefficienter som Svenskt Vatten (2004) framställt. Värdena som varierar mellan 0- 0,9 visar mängden dagvatten som avrinner från olika typer av ytor. Desto högre värde, desto mer avrinning från ytan. Nedre halvan av tabellen visar de genomsläppliga beläggningsytor, såsom hålstén. Återskapad från Svenskt vatten (2004); Ferguson (2005).

Typ av yta	Avrinningskoefficient
Tak	0,9
Betong- asfaltyta,	0,8
Berg i dagen med stark lutning	0,8
Stensatt yta med grusfogar	0,7
Grusväg, starkt lutande bergigt parkområde utan nämnvärd vegetation	0,4
Berg i dagen i inte alltför stark lutning	0,3
Grusplan och grusad gång, obebyggd kvartersmark	0,2
Park med rik vegetation, samt kuperad bergig skogsmark	0,1



<i>Fortsättning från tabell ovan.</i>	
Odlad mark, gräsyta, ängsmark m.m.	0 - 0,1
Flack tätbevuxen skogsmark	0 - 0,1
<b>Genomsläppliga beläggningstyper</b>	<b>Avrinningskoefficient</b>
<b>Grovkornigt material</b>	0,30–0,70
Hålsten, grovkorning fog	0,30–0,50
Hålsten, sandjords - gräsfog	0,18 - 0,36
Hålsten, matjords- gräsfog	0 - 0,50
<b>Genomsläpplig asfalt</b>	0,12–0,40
<b>Genomsläpplig asfalt, efter 3-4 år</b>	0,18 - 0,29

Svenskt vatten (2004) förklarar att ofta består ett avrinningsområde inte enbart av koefficienter, utan man bör då göra sammanslagningar, enligt Tegelberg & Svensson (2013) Formel 1 som beskrevs ovan. Svenskt vatten (2004) menar att de även kan göras med överslagsberäkningar, som finns i tabell 3, som visar generella siffror och är uppdelad efter flacka och kuperade områden. Överslagsberäkningarna kan vara fördelaktiga när ett större område bestående av liknade bebyggelse men som ofta innehåller många mindre ytor av olika material eller när en snabb uträkning behövs göras.

Tabell 3 visar en överslagsberäkning med generella siffror, där Svenskt Vatten (2004) uppdelat värdena mellan flacka och kuperade områden. Återskapad från Svenskt vatten (2004)

Bebyggelse typ	Avrinningskoefficient	
	<i>Flackt</i>	<i>Kuperat</i>
Slutet byggnadssätt, ingen vegetation	0,70	0,90
Slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri- och skolområden	0,50	0,70
Öppet byggnadssätt (flerfamiljhus)	0,40	0,60
Radhus, kedjehus	0,40	0,60
Villor, tomter < 1000 m <sup>2</sup>	0,25	0,35
Villor, tomter, > 1000 m <sup>2</sup>	0,15	0,25

## Vatten kvalitet

Alm et al (2010) menar att för att kunna arbeta med hållbara dagvattenlösningar måste det finnas kunskap om de olika föroreningar som cirkulerar i staden, samt hur de påverkar omkringliggande omgivningar. Gaston et al (2010) och Alm et al (2010) förklarar att det finns en stark koppling mellan urbaniseringen och den sjunkande kvaliteten på sjöar och vattendrag som ligger inom eller i närheten av staden, där föroreningshalten anses vara den huvudsakliga orsaken. Davies (2005) förklarar att då vegetationen är utbytt mot ogenomsläppliga ytor såsom, tak, vägar, uppfarter, parkeringsplatser, samt gång- och cykelvägar, är den vegetation som finns kvar ofta tillplattad och dess förmåga att lagra vatten är ofta förstörd. Davies menar även att diversiteten bland växligheten ofta är begränsad i den urbana miljön och monokulturell växlighet såsom gräsmattor, är den vanligaste förekommande, vilket begränsar vegetationens reningskapacitet.

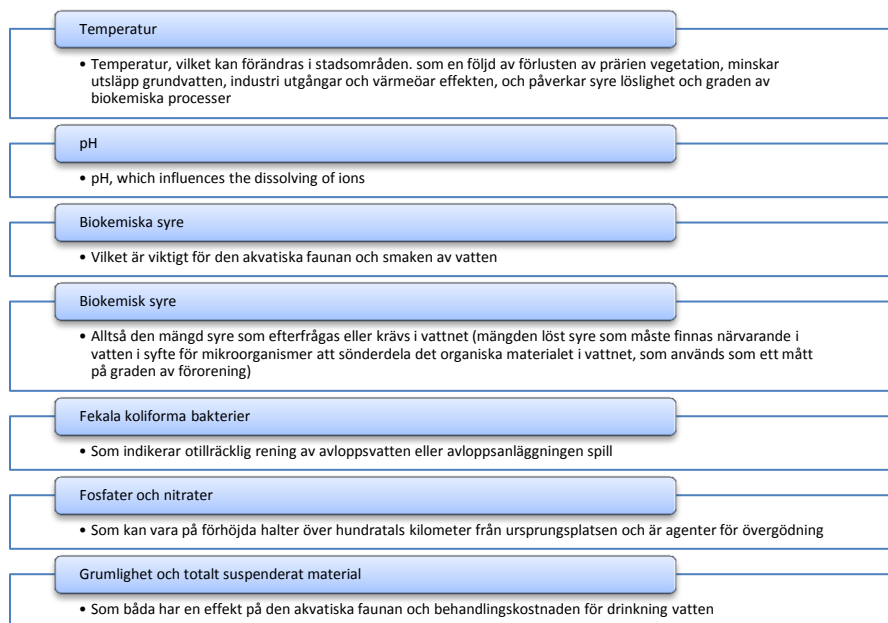
Davies (2005) förklarar att urbaniseringen påverkar vattenkvaliteten på två olika sätt. För det första är många av de olika nya material och komponenter som trafik, hus m.m., som används i markexploatering bidragande till ökade föroreningshalter vid regn och avrinning av dagvatten. För det andra har den naturliga filterationen (filtreringen) från träd, buskar och ängsmarker förvunnit och dagvatten får ingen naturlig rening som bidrar till bättre dagvattenkvalitet, utan är snarare en bidragande faktor till försämring av vattenkvaliteten i recipienten.

Hallberg (2004) beskriver att det som skiljer dagvatten från avloppsvatten och dricksvatten är reningen. Många av förutsättningarna för att rena dagvatten har varit låg och skiljer sig markant från rening av avloppsvatten, då dagvattnet leds direkt ut till recipienten utan någon rening och endast det dagvatten som fortfarande transporteras i kombinerade nätsystem renas i reningsverken tillsammans med avloppsvatten. Trots det beskriver Hallberg att i EG direktivet

1991/271/EEC står det att dagvatten klassas som en typ av avloppsvatten, speciellt dagvatten från trafiktäta områden. Hallberg menar dock att det under senare år det börjat bli en förändring på synen av behovet att rena dagvatten från den urbana miljön.

Den traditionella hanteringen av dagvattnet har varit att skapa en effektiv avrinning och snabbt få bort dagvattnet från bebyggelsen, förklarar Davies (2005). Det viktigaste har varit att få bort dagvattnet från den hårdgjorda ytan till dagvattenledningar och slutligen till utsläpp i lämplig recipient. Målet var att dagvattnet inte fick bli stående, menar Davies. Därigenom skulle det minska översvämningsrisken, men resulterade i sänkt vattenkvalité och öka flödeshastighet. Davies förklarar att den urbana miljön tenderar att ge högre volymer av många olika förorenade ämnen och skapar ökad avrinning vid toppflöden, som i sin tur ökar troligheten för erosionsskador i recipienten. Gaston et al (2010) menar däremot att det inte finns bevis för att storleken på den urbana miljön har någon betydelse för ökningen av antalet föroreningar. Däremot så finns det potential för staden att utvecklas så att vattenkvaliteten förbättras genom att konstruera om eller hantera befintliga olika ekosystem som renar vattnet. Det kan sammanställas som så att oavsett storlek på den urbana miljön finns ofta de vanligaste föroreningsämnena i rörelse och påverkar de olika recipienternas ekosystem, förklarar Gaston et al. Det positiva är att kommuner idag ofta tar sitt ansvar och fastställer en dagvattenpolicy som beskriver hur dagvattnet ska hanteras för att skapa ett mer naturligt hållbart förhållningsätt.

Gaston et al (2010) förklarar att kvalitén på vattnet kan mätas genom olika metoder, såsom att titta på temperatur, pH eller mängden upplöst syre. De olika metoderna för att bedöma kvaliteten på dagvattnet återfinns i figur 5.

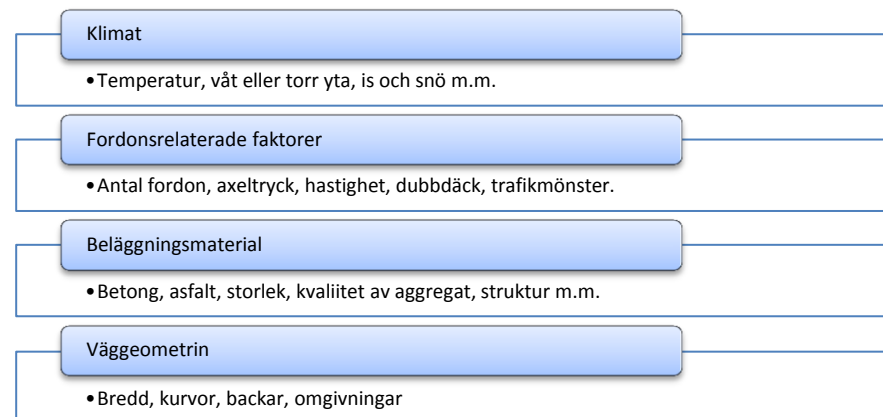


**Figur 5 är en sammanställning av olika metoder för att mäta kvalitén på vatten. Ofta sker mätningarna i recipienten eller speciella mättningsbrunnar i den urbana miljön. Återskapad från Gaston et al (2010).**

Att hantera föroreningar i staden är en utmaning som kan vara något besvärlig att få grepp om då källan för föroreningen kan vara svår att lokalisera. Gaston et al (2010) menar att föroreningarna inte vanligvis förekommer som punktutsläpp, såsom från åkrars gödningsmedel och vid avloppsvattenläckage eller från industrier. Det vanligaste är diffusa *nonpoint* källor, där nederbörden träffar stadens hårdgjorda ytor och då sköljer bort föroreningarna. Därigenom blir källan mera diffus i den urbana miljön. Gaston et al menar att *nonpoint* källor (icke-punkt källor/diffusa utsläppskällor) är svårare att hantera, då mobilisering och transport av föroreningarna också är mycket mer komplexa, speciellt med det hydrologiska beteendet. Davies (2005) förklarar att från

rörelseenergin i regnvattnet och vattendragen skapas det tillräckligt med kraft (skjuvspänningar) för att mobilisera föroreningarna. Alltså den kraft och de högre flödena från hustak, uppfarter och andra hårdgjorda ytor som upplöser föroreningarna och mobiliserar oljor och fasta ämnen som fastnat på dessa ytor. Med lätthet följer föroreningarna med dagvattnet och lämnar en 'renare yta', där det inte dröjer länge tills ytan lagrat samma mängd föroreningar som innan. Davies menar att detta är ett av problemen med nonpoint källorna, att de är för många så det blir svårt att täppa till utsläppen som t.ex. kan det vara ett bildäck som sliter på asfalten eller själva ämnena i däck som fastnar på asfalten. Därför är det mycket komplext med dagvattenrening i staden, menar Davies.

Det finns olika faktorer som kan påverka föroreningsbelastningen på dagvattnet och nedan i figur 6 visas fyra faktorer som Hallberg (2004) menar kan påverka föroreningsbelastning i vägnäramiljöer. Vilken typ av föroreningar som förekommer i vattnet beror på ytan och omkringliggande miljö som dag- eller smältvattnet varit i kontakt med.



**Figur 6 visar 4 olika faktorer som påverkar föroreningsbelastningen på dagvattnet. Återskapad från Hallberg (2004).**

Alm et al (2010) skriver att det finns en mängd olika ämnen som cirkulerar i den urbana miljön, varav Europeiska Gemenskapen upprättat en lista på 33 prioriterade ämnen och ämnesgrupper, varav 11 har klassats som mycket riskfyllda. Syftet med listan är att de nämnda ämnena förekomst i dagvatten ska upphöra eller stegvis avlägsnas före 2020, samtidig som nya ämnen kan läggas in. Enligt Alm et al (2010) och Aryal et al (2010), delas föroreningarna upp i olika kategorier; suspenderat material (SS), tungmetaller, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och näringsämnen. Inom dessa kategorier är de vanligaste förekommande ämnena i den urbana miljön; Fosfor (P), Kväve (N), Bly (Pb), Koppar (Cu), Zink (Zn), Kadmium (Cd), Krom (Cr), Nickel (Ni), Suspenderat material (SS) och olja.

För att kunna bedöma reningsbehovet på dagvatten har det skapats riksvärden för dagvattenutsläppet enligt tabell 4. Hur dessa riksvärden tillämpas är det upp till varje kommun eller myndighet att bestämma förklarar Alm et al (2010) och menar att det vanliga är att de hamnar i olika lokala policy-dokument. Alm et al beskriver att riksvärdena, se tabell 4, visas i form av årsmedelhalter och totalhalter för att ge en överskådlig bild som är till hjälp för att se vilka åtgärder som kan behövas sättas in för att minska föroreningshalten i dagvattenutsläppet. Alm et al menar att riksvärdena visar den totala mängd som får förekomma i dagvattnet när den når recipienten och förklarar att kommuner eller myndigheter bör själva bestämma om värdena ska vara högre eller lägre.

Utöver riskvärden finns det också schablonhalter, det vill säga årsmedelhalter där några återfinns i tabell 5 från StormTac, version 2010-03. Alm et al (2010) förklarar att användningen av årsmedelhalter är det traditionella sättet att beskriva föroreningsinnehåll i dagvatten. Det finns en modell för dessa värden som visar sammanställda schablonvärden och modellen uppdateras varje år. Den är uppdelad i tre delar. En av dessa delar, som återfinns i tabell 5, är för standardvärden och de två andra delarna är för min- och maxvärden.

**Tabell 4 visar riksvärden för bedömning av reningsbehovet på dagvattenutsläpp i recipienter. Riksvärdena visar den totala mängd föroreningar som får förekomma i recipienterna. Överstigs några av ämnena, kan kommunen lättare veta vilka typer av åtgärder som behövs för att minska föroreningshalterna. Åsterskapad från Alm et al (2010).**

Ämne	Enhet	RIKSVÄRDEN					1 = Används när det är direkt utsläpp till recipient 2= Delområde som ej har direkt utsläpp 3= Specifika verksamhetsutövare som ej har direktutsläpp. M= Mindre sjö S= Större sjö eller hav VU= Verksamhetsutövare
		1M	2M	1S	2S	3VU	
P	µg/l	160	175	200	250	250	
N	mg/l	2	2,5	2,5	3	2,5	
Pb	µg/l	8	10	10	15	15	
Cu	µg/l	18	30	30	40	40	
Zn	µg/l	75	90	90	125	150	
Cd	µg/l	0,4	0,5	0,45	0,5	0,5	
Cr	µg/l	10	15	15	25	25	
Ni	µg/l	12	30	20	30	30	
SS	mg/l	40	60	50	75	100	
Olja	mg/l	0,4	0,7	0,5	0,7	1	

Alm et al (2010) förklarar att standardvärdet varken är ett medel- eller medianvärde, utan är framtaget genom ett kalibreringsförfarande. Förfarandet är baserat på olika mätserier med punktvisa prover tagna

nedströms från ett specifikt område vars markanvändning varierar, såsom ett radhusområde eller en parkeringsyta.

**Tabell 5 visar schablonhalter i form av standardvärden. Utöver standardvärden finns det min- och maxvärden för schablonhalter vilka inte är inkluderade i tabell 5. Schablonhalter är det traditionella sättet att beskriva föroreningsinnehåll i dagvatten, men idag beskrivs föroreningshalten oftast med riskvärden. Återskapad från Storm Tac, (version 2010-03). Alla värdena är en sammanvägning av olika fallstudier som Storm Tac genomfört.**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja
Standardvärden	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l
Väg (5 000 ÅDT)	0,14	1,7	14	31	62	0,24	1,0	1,2	0,060	79	0,67
Väg (15 000 ÅDT)	0,20	2	21	59	116	0,30	2,6	2,5	0,060	95	0,50
Väg (30 000 ÅDT)	0,24	2,4	31	72	197	0,44	5,0	4,4	0,060	115	1,02
Parkering	0,10	1,1	30	40	140	0,45	15	4,0	0,050	140	0,80
Villaområde	0,20	1,4	10	20	80	0,50	4,0	6,0	0,015	45	0,40
Radhusområde	0,25	1,5	12	25	85	0,60	6,0	7,0	0,020	45	0,60
Flerfamiljshusområde	0,30	1,6	15	30	100	0,70	12	9,0	0,025	70	0,70
Fritidshusområde	0,20	3,3	5,0	20	80	0,50	2,0	5,0	0,015	50	0,10
Koloniområde	0,15	5	5,0	15	50	0,20	0,2	1,0	0,012	38	0,10
Centrumområde	0,28	1,9	20	22	140	1,0	5,00	8,5	0,050	100	1,5
Industriområde	0,30	1,8	30	45	270	1,50	14	16	0,070	100	2,5
Parkmark	0,12	1,8	6,0	15	2,0	0,30	3,0	2,0	0,020	49	0,20
Atmosfärisk deposition	0,032	1,5	3,0	5,0	30	0,11	0,17	0,40	0,010	0	0
Skogsmark	0,035	0,75	6,0	6,5	15	0,20	0,50	0,50	0,0050	100	0,15
Jordbruksmark	0,22	5,3	9,0	14	20	0,10	1,0	0,50	0,0050	100	0,15
Gräs- och ängsmark	0,20	1,0	6,0	15	30	0,30	2,0	0,50	0,0050	45	0,20
Våtmark	0,050	0,90	6,0	7,5	13	0,15	0,15	0,50	0,0050	16	0,10
*ÅDT = ÅrsDygnstrafik											

Aryal et al (2010) beskriver att var de olika föroreningarna har sin källa kan vara väldigt olika, fast det kan handla om samma ämne och att de inte enbart härstammar från typen av markanvändning och slitage, utan också från atmosfäriskt nedfall. Aryal et al menar att det finns en mängd olika föroreningar samt kombinationer av föroreningar som gör det svårt att identifiera, spåra och förhindra dem. Mycket på grund av att deras spridning är så diffus så att källan kan bli svår att lokalisera. I tabell 6 sammanställs några av de vanligaste källorna och vilken påverkan de har på människor, natur och djur. Aryal et al menar att den effekt föroreningarna har på recipienten beror också på flera olika faktorer, såsom deras koncentration, blandning samt den totala mängden.

**Tabell 6** visat en sammanställs några av de vanligaste källorna och vilken påverkan de har på människor, natur och djur. Återskapad från Larm & Pirard (2010); Larm (1994); Aryal et al (2010).

Förorening	Källa/Upphov	Påverkan
Partiklar (SS)	Atmosfäriskt nedfall, slitage av trafikytor och fordon, sandning. Många ämnen, bl.a. tungmetaller brukar bindas av sedimentet.	Kan medföra ökad turbiditet och ändrade ljusförhållanden i recipienten. Detta kan leda till ökad dödlighet bland många djurarter.
Kväve(N)	Atmosfäriskt nedfall, bräddat avloppsvatten, djurspillning/urin, trafikavgaser.	Övergödning i sjöar och hav orsakar bl.a. algblooming och ger upphov till syrebrist.
Fosfor (P)	Atmosfäriskt nedfall, bräddat avloppsvatten, djurspillning, gödslingsmedel, skräp, förmultnande växtmaterial.	Påverkar i sjöar och vattendrag då fosfors tillförsel kan leda till övergödning. Övergödning i sjöar och hav orsakar bl.a. algblooming och ger upphov till syrebrist.

Bly (Pb)	Trafikytor, bensin, atmosfäriskt nedfall, fordons och gatutvätt.	Mycket giftigt för människor och djur, höga halter kan påverka fertilitet och foster.
Zink (Zn)	Korrosion av byggnadsmaterial såsom takplåt, stuprör, hängrännor, stolpar, räcken. Bilarosser, bromsklossar, däck, atmosfäriskt nedfall, fordons- och gatutvätt, vägsalt.	Giftigt för vattenlevande djur och växter
Kadmium (Cd)	Plaster, färgämnen, ytbehandlingar från plåt och i legeringar, erosion av däck och vägbana, fordons- och gatutvätt, sandning, atmosfäriskt nedfall.	Mycket giftigt för människor och djur
Koppar (Cu)	Atmosfäriskt nedfall, korrosion av byggnadsmaterial såsom takplåt, stuprör och hängrännor, infrastruktur, fordons- och gatutvätt, sandning.	Giftigt för vattenlevande djur och växter.
Nickel (Ni)	Förbränning av fossila bränslen, avfallsförbränning, rostfritt stål, bilarosser, fordonstvätt, batterier, sandning, fasader	Vanligtvis inte giftig för människan. Livsnödvändig metall för vissa djurarter, växter och bakterier, men kan också vara cancerogent och kan vara giftig för lägre djurgrupper och växter.

Krom (Cr)	Bygggander, ytbehandlade industrier, slitage av rörliga bildelar eller dubbdäck, sandning,	Kan vara giftigt för vatten- och landdjur eller skapa en negativ påverkan på människor, djur och växter, då det är en livsnödvändig metall, men kan även vara cancerogen framförallt krom(VI)-föreningar.
Kvicksilver (Hg)	Diffus spridning via avfallshantering, industriutsläpp, kremering, kasserade termometrar, batterier, samt lågenergilampor	Mycket giftigt för människor, djur och växter.
Bakterier	Bräddat avloppsvatten, felkopplingar, djurspillning och naturliga processer	Skadlig för människor och djur
Olja	Fordonutsläpp, fordons- och gatutvätt, bensinstationer, verkstäder, även oljeutsläpp från trafikolyckor. Eller från erosion av däck och vägbana.	Cancerframkallande och skadligt för människor, djur och växter.
PAH	Polyaromatiska kolväten är ett samlingsnamn för ett stort antal ämnen. Förekommer vid vägslitage, däckslitage, avgaser, vedeldning, atmosfäriskt nedfall och utsläpp från industrier.	Partikelbundet i dagvattenet och är cancerframkallande och skadligt för fiskar, alger, plankton och kräftdjur.

Vägsalt	Från vägar och gångar vid snö- och isförhållanden. Oorganiska salter såsom klorider och sulfater.	Vägsaltet kan vid vittring och nedbrytning skapa en jonersättnings som frigörs, vilket innebär att viktiga mineraler, t.ex. de positiva jonerna Ca, Mg och Al, transporteras bort. Jonbytet påverkar även markens hydrologiska konduktivitet negativt. Vägsaltet påverkar växtförhållandena negativ, då de tar uppsaltet genom rötterna som kan leda till skador, beroende på hårdighet hos plantan. Vägsaltet kan också spridas till grundvattnet som bidrar till illasmakande och ohälsosamt vatten.
---------	---	--

## Reningstekniker

Hallberg (2004) beskriver några av de olika tekniker som finns för reningar av dagvattenföroreningar. Utformningen kan se ut på många olika sätt men reningen kan ske i två kategorier: Sedimentering och filterning

- Vid sedimentering avskiljs partikulärt material, en reduktion av föroreningar. Sedimenteringen, menar Hallberg, är den reningsteknik som används mest vid dagvattenhanteringen och då i form av dammar. Ofta förekommer försedimentering innan dagvattnet når en filterteknik anläggning.
- Vid filterningen avskiljs lösta och kolloidala föroreningar. I Sverige menar Hallberg att filterningstekniken för lösta och kolloidala föroreningar har mest prövats i laboratorium med har en viss ökning att prövas som riktiga anläggningar, såsom sandfilter. Dock kan filtertekniken komma att ersätta olika ekologiska lösningar som uppfyller samma funktion, menar Hallberg. Då filtertekniken kan ersätta ytor såsom våtmarker, översilningsytor och när det är brist på utrymme. Dock om filtret inte går att spola måste anläggningen föregås av en försedimentering, enligt Hallberg.



Figur 7 visar en förtydlig på olika mervärden som Stahre (2004) identifierat med hållbara dagvattenanläggningar.

## Hållbar dagvattenhantering

### Mervärden

Dagvattenanläggningar bidrar med en del mervärden för staden som ses enligt figur 7. Stahre (2004) skriver att dessa värden kan ses som vinster som tillkommer dagvattenanläggningar. Vilka av mervärdena som tillkommer beror på vilken typ av dagvattenanläggning som implementeras. Genom att införa dagvattenanläggningar till den befintliga stadsmiljön ges planerare en möjlighet att komplettera med värden och positiva aspekter som platsen saknar idag.

Stahre (2004) förklarar att de olika värdena uppstår om anläggningar anpassas efter den befintliga stadsmiljön för att effektivt utnyttja de positiva effekterna av anläggningen, och ser det som en positiv input till den integrerade planeringen.

- Tekniskt värdet uppstår då anläggningar är av hög kvalitet och vars funktion fungerar lika bra som traditionella dagvattenledningar. Detta fallerar om anläggningen anläggs eller förvaltas felaktigt. De tekniska värdena innefattar även anläggningens fördröjningseffekt och den minskade belastningen på ledningsnätet.
- Miljövärde, beskriver Stahre, som minskningen av föroreningsbelastningen på den yttre miljön. Det skapar möjligheter att uppfylla de krav som myndigheter ställer på miljöbelastningen och behandlingen av förorenat dagvatten som avrinner till närliggande recipienter.
- Det ekonomiska värdet innefattar de ekonomiska fördelar som finns med att välja öppen dagvattenhantering (alternativ), menar Stahre och förklarar att de olika förvaltningarna inom kommunen borde kunna samverka och dela på kostnaderna för anläggningen, då de olika förvaltningarna/kontoren bör se vinsterna i att tillsammans hantera dagvattnet.



- Det estetiska värdet (enl. Stahre) innebär att anläggningar som är synliga för befolkningen ökar upplevelsen av stadsmiljön och anses ofta som tilltalande och spännande tillskott för stadsmiljön.
- Med biologiskt-och ekologiskt värde menas att anläggningarna oftast bidrar till en ökad biologisk mångfald. Stahre förklarar att mångfalden behöver inkluderas i hårt exploaterade områden. Rätt utformade anläggningar kan gynna många fler än oss människor, då mycket av stadens djurliv såsom humlor, bin och fåglar välkomnar mer grönska i staden.
- Rekreativt värde betyder att inkludera dagvattenhanteringen ökar möjligheterna till aktiviteter och motion inom kommunerna, anser Stahre. En annan viktig aspekt som Stahre beskriver är att kunna utnyttja systemet för att sprida kunskap om hur VA-försörjningen fungerar i städerna och därigenom ge befolkningen vetskap om hur staden fungerar. Det kan även fungera som ett klassrum för barn under undervisning om växter och djurliv, fast då bör det handla om en anläggning som är av större storlek.
- Historiskt värde, beskriver Stahre kan inkluderas när ett historiskt vattendrag som har försumrats i takt med urbaniseringen och antingen försvunnit eller förändrats av dikesföretag. Även om vattendraget inte kan få tillbaka sin ursprungliga form, då det idag är bebyggelse på platsen, kan det med hjälp av svackdiken symboliskt visa att det förr fanns ett vattendrag som passerade genom området. Stahre menar att om man utnyttjar den moderna anläggningen med en historisk anknytning skapas ett symboliskt värde för anläggningen.
- PR-värde kan innefatta många olika aspekter. Stahre förklarar att dagvattenanläggningarna kan utnyttjas för PR för kommunens attraktivitet, locka besökare eller höja statusen för ett område. Ett bra exempel på detta återfinns i Malmö Ekostaden Augustenborg.

## Cahill's praktiska principer

Oberoende om en plats är obebyggd eller urban föreslår Cahill (2012) enkla riktlinjer eller råd för bidra till att lättare förstå en plats möjligheter och begränsningar. Dessa 5 riktlinjer är:

(1) *förstå platsen och dess vattendrag*. Det är en intressant aspekt som Cahill lyfter, då det inte är många utvecklingar där det finns ett hänseende för vilket vattendrag som avrinningsområdet avrinner mot och hur det kommer att påverkas, om det inte är en speciell grupp eller myndighet som är inkopplad och kontrollerar utvecklingsprogrammet. Cahill menar att det borde finnas en lista för utvecklingarna där de kan svara på frågor som rör hur programmet kommer påverka området. Frågorna kan röra allt från vilket vattendrag som området avrinner till hantering av föroreningshalter samt hur grundvatten kommer påverkas.

(2) *tillämpa bevarandedesign, anpassa efter platsen*, eller *Low Impact design*, där grundtanken är att det är lättare att förhindra än att lösa problem. Cahill menar att det är bättre att anpassa utvecklingsprogrammet till platsen snarare än att förstöra landskap och närliggande vattentillgångar. Det skiljer sig från många utvecklingsprogram där ofta all befintlig vegetation skövlas samt landskapet modelleras då det ska passa utvecklingsprogrammets planer. Detta kan leda till problem vid senare tillfällen, men om det då planeras efter landskapet så förhindras problem och minskar risken för att naturliga system och habitat förstörs i samma grad.

(3) *hantera regnvatten där de faller, inte transportera bort*. Cahill förklarar att den traditionella hanteringen, att bortledning och transport ska ske så snabbt som möjligt, inte är optimal och orsakar ofta mer problem än vad den underlättar, med flödestoppar och föroreningshalter. Cahill rekommenderar att regnvattnet hanteras lokalt på plats genom olika lösningar såsom infiltrering till marken med hjälp av genomsläppliga beläggningar och andra anläggningar som hjälper och renar dagvattnet lokalt.

(4) *tänk på konstruktion och förvaltning vid design*, samt då Cahill förklarar att varje teknisk design börjar med att lösa ett givet problem, som ofta resulterar i att ett nytt material utvecklas eller liknade innovativ lösning för att lösa problemet. Cahill menar att det som avgör om de innovativa idéerna implementeras, är materials tillgänglighet, livslängd och pris både inom materialkostnad samt förvaltningskostnader. Det som ofta blir problemet är förvaltningsdelen som blir eftersatt. Det resulterar i försämrad kapacitet och effektivitet. Det flesta av dagvattenhanteringsanläggningarna som hanterar sediment och övriga föroreningar kräver en viss förvaltning. Varje innovativ lösning och design måste vara realistisk och vara anpassad till platsens förmåga, det gäller att undersöka vad som är lämpligt för den tilltänkta platsen, vilket enligt Cahill är ett första steg mot hållbar platsspecifik design. Vidare krävs det att personalen har kunskap att tolka konstruktionsritningar och förvaltningsbeskrivningar.

(5) *kalkylera avrinnings volym och vattenkvaliteten*. Det är viktigt att få en uppfattning om platsens avrinnings volym, då Cahill förklarar att det gäller att räkna ut potential ökningar i avrinning vid många olika serier av regnfall med långintervall samt vad som händer om markstrukturen förändras, såsom ökad andel hårdjorda ytor inom avrinningsområdet.

## Befintlig miljö

Svenskt vatten AB (2011) skriver att ambitionerna för utvecklingen av befintliga områden bör inkludera lokal fördröjning och infiltration av dagvatten, antingen genom olika ekosystemtjänster eller andra innovativa lösningar. Att förändra hantering av dagvatten i den urbana miljön är ett gott steg mot en hållbar stadutveckling. Till exempel sammanfattar Viklander & Bäckström (2008) införandet av hållbar dagvattenhantering leda till ett antal förändringar i den urbana miljön, både inom ekonomiska och ekologiska. Till exempel blir det positiva effekter av att genomsläppliga ytor ökar och att vatten kan bli en del av vardagen för stadsbor i form av dammar eller våtmarker. De påverkar också genom att

förändra mikroklimatet för platsen genom förhöjd luftfuktighet. Viklander & Bäckström anser också att det finns en negativ aspekt med dagvattenhanteringen i staden det kan bidra till att tungmetaller eller kolväten ackumuleras i marken som möjligen kan skapa framtida miljöproblem då marken måste saneras. *Nu är det troligen så att marken i den urbana miljön redan innan användningen av alternativ dagvattenhantering måste saneras, på grund av tidigare miljöfarliga aktiviteter, då okända för oss.*

Det som skiljer befintliga och nyexploaterade områden är möjligheten att påverka höjdsättningen, skriver Svenskt vatten AB och menar att den befintliga miljön är redan höjdsättningen fastlagd, vilket gör det svårt att förändra den höjdmässiga relationen till recipienten. En bra utgångspunkt, enligt Svenskt vatten AB, är att använda verktyg som sårbarhets- och översvämningsanalyser för att analysera hur sårbar den befintliga miljön är i nuläget samt utifrån framtida klimatförändringar. Resultatet bidrar till identifiering av riskområden. Riskområden är områden som är speciellt utsatta vid kraftiga regn eller är lågpunkter och där bör det ske förändringar på dagvattenhanteringen för att klara av kommande klimat förändringar, förklarar Svenskt vatten AB. Ytterligare aspekter som Svenskt vatten AB beskriver måste undersökas noga innan implementering av dagvattenanläggningar är exempelvis att:

- studera marklutningar
- undersöka tillgång till infiltrationsytor
- undersöka jordstrukturen och grundvattennivåen
- undersöka hur närliggande byggnader kan påverkas negativt

Det finns många olika innovativa lösningar som kan användas i den befintliga miljön, några exempel som Svenska vatten AB nämner är borttagning av kantsten, anläggning av infiltrationsstråk, öppen dagvatten kanal istället för kulvert, samt rekonditionering av befintlig trädväxtbäddsrenovering. Utöver urvalet ovan finns det fler innovativa lösningar för hantering av dagvatten som beskrivs mer ingående nedan.

## Lag och planering för hållbar dagvattenhantering

Definitionen på dagvatten kan variera beroende på vem som formulerat definitionen, men ofta menas att dagvatten är tillfälligt flöde på ytan, menar Alm & Åström (2014). Alm & Åström skriver följande angående kommunens skyldighet med dagvattenhantering:

Kommunen har under två förutsättningar skyldighet att tillgodose behovet av bortledande av dagvatten från befintlig och blivande bebyggelse. Den första förutsättningen är att bortledande avser ett större sammanhang, den andra förutsättningen är att det föreligger ett reellt behov för skydd av människors hälsa eller behov för skydd av miljön (Alm & Åström, 2014 s.20).

Alm & Åström (2014) förklarar att när det gäller dagvattenhantering finns det många olika lagar men ingen specifik som endast reglerar dagvattenhantering. De två lagrum som hanterar frågor om dagvattenhantering finnes i Miljöbalken och Lagen om allmänna vattentjänster. Därefter kan det tillkomma ett flertal extra lagrum beroende på situation och förutsättning. När det gäller dagvattenanläggningar som är gemensamma för flera fastighetsägare kan de regleras i anläggningslagen. Med plan och bygglagen (PBL) har kommunen en viss möjlighet att bestämma utformning på allmän plats och kvartersmark som ger förutsättningar för anpassning till hållbar dagvattenhantering. Alm & Åström förklarar att utöver dessa lagar så finns det föreskrifter, regelverk och lokala föreskrifter och därför kan det tyckas något komplicerat att finna stöd i djungeln av lagar.

Att förändra och skapa en lyckad planering för hållbar dagvattenhantering är inte alltid det lättaste, då många olika parter behövs inkluderas, både kommunala tjänstemän och konsulter. Svenskt vatten AB (2011) menar att samverkan mellan alla berörda parter är otroligt viktigt, och är en grundförutsättning för att dagvattenhanteringen ska utvecklas. Det är viktigt att förstå att dagvattenfrågan inte enbart är en VA-fråga, utan

också en samhällsplaneringsfråga som kräver ett horisontellt samarbete. För att underlätta samverkanprocessen vid planering för hållbar dagvattenhantering är en dagvattenstrategi ett lämpligt verktyg. I denna står de riktlinjer och kommunens sammanställda mål med hanteringen av dagvattnet. Då vet alla berörda parter vilka mål och förutsättningar som är fastställda av kommunen. Författaren förklarar att det inte är tillräckligt att bara skriva 'dagvatten ska hanteras med LOD' i områdesprogrammet eller detaljplaneringen, då risken är stor att det blir fel. Den formuleringen kan jämföras med att det byggs en väg med bestämd hastighetsbegränsning fast inte ange den med skyltar. Därför bör det beskrivas i områdesprogrammet, eller liknande, hur mycket dagvatten som bör omhändertas eller hur mycket som får avrinna från området, alltså att skapa ramar och riktlinjer som är lätta att förstå och följa.

Vid planering bör vissa punkter undersökas innan för att se om platsen går att anpassa för att efterlikna den naturliga processen förklarar Stahre (2004) och att detta kan ske enligt följande:

- Går det att minska andelen hårdjorda ytor, då kan en stor del av ytavrinningen elimineras, undvika att skapa för hög andel ogenomsläppligt material i privat men även inom kommunala områden.
- Att hantera avrinningen så nära källan som möjligt, då det kan leda till vegetationsytor där det tillåts att infiltreras, om det är lämplig markstruktur.
- När det inte är lämpligt att infiltrera vattnet nära källan bör dagvattnet avledas genom öppna avrinningsstråk, vilket bidrar till avskiljande av vissa föroreningar samt en förhöjande transport.
- Om det inte är möjligt att hantera det avrinnande dagvattnet kan det vara möjligt att undersöka om det går att skapa fördröjningsanläggningar en bit längre ner i systemet, där det finns mer plats och man når önskad effekt för rening och fördröjning.

Svenskt vatten AB (2011) anser att funktionskraven eller rimlighetsbedömningen bör ske i detaljplaneringen, där det borde ställas krav inom:

- fördröjning av dagvatten från fastighetsmark och hela planområdet
- rening av dagvatten
- undersökningar för vegetation, geoteknik och geohydrologi.
- avrinningsvägar för dagvatten med fokus på höjdsättning
- planera för utrymningsbehovs för fördröjning om det inte är lämpligt att infiltrera eller är platsbrist för fullständigt omhändertagande på privat tomtmark.

Stahre tillägger att om dessa krav ska verkställas måste de skrivas in i planbestämmelser samt i planbeskrivningen, samt även inom exploateringsavtal där det behövs krav för omhändertagande för framtida privat mark. Stahre förklarar att utöver strukturfrågor och kraven ovan är det viktigt att klara ut vem som är ansvarig för vad, speciellt vid gränser mellan tomter, och vilka av delarna för dagvattenanläggningarna som ligger på vems mark. Detta är otroligt viktigt att diskutera och behandla före konstruktionen eller genomförandet, utifall att en samfällighetsförening måste skapas.

Alm & Åström (2014) beskriver de olika parterna som bör vara inkluderade i planeringen för hållbardagvattenhantering; Kommun, VA-huvudman, Fastighetsägare, Länsstyrelsen. Kommunen är den som hanterar det samlade ansvaret för VA-frågorna och bestämmer om verksamhetsområden kan behövas inrättas samt VA-anläggningen och VA-taxans nivå och omfattning. Kommunen är även huvudman för de allmänna platserna och ansvarar för driften och underhållskostnader för de anläggningar som förekommer på allmän platsmark. VA-Huvudman är den som äger den allmänna VA-anläggningen och är skyldig att förse fastigheter med VA-tjänster såsom vatten- och avloppstjänster, *samt underhåll och drift av nätet*. Fastighetsägare är skyldiga att följa ABVA:n och betala VA-taxa. Länsstyrelsen är statens företrädare i länen och har

en viktig uppgift att följa upp de mål och riktlinjer som riksdagen och regeringen fastställt, samtidigt som den ska agera efter länets förutsättningar. De kan inom dagvattenhanteringen kontrollera att riksvärden för halter av föroreningars förekomst i vattendrag följs samt undersöka miljökvalitetsnormer på vatten.

Stahre (2008) menar att när det gäller urbana hållbara dagvattenanläggningars konstruktion och planering måste ett flertal andra aspekter inkluderas då de synliga dagvattenlösningarna påverkar alla i stadsmiljön. Ofta för att få alla aspekter är det i praktiken bra att ta in expertkunskap inom olika områden för att få bästa utformning och planering på systemen. Exempel på expertiskunskap kan vara fysiskplanerare, landskapsarkitekter och ingenjörer inom olika kunskapsområden. Stahre menar att det är svårt att få alla experter att samarbeta och att det blir en stor utmaning för den integrerade planeringen att övervinna de institutionella hinder som finns inom kommunen. Framför allt mellan olika avdelningar/förvaltningar. Det är dessutom viktigt att inkludera medborgarnas synpunkter och tankar under planeringen.

Nyckeln till framgång är att planerare, med flera som är involverade i planeringsprocessen, är väldigt öppna och flexibla när det gäller de möjligheter som begreppet hållbar dagvattenhantering innebär, sammanfattar Stahre (2008).

## Dagvatten och kallt klimat

När hållbar dagvattenhantering väljs som metod, måste de tas i åtanke att Sverige likt andra länder med kallt klimat hur snö och kyla påverkar anläggningarnas funktion. Viklander & Bäckström (2008) skriver i sin rapport *'Alternativ dagvattenhantering i kallt klimat'* att hanteringen av dagvatten blir betydligt mer komplicerad i ett kallt klimat, då nederbörden blir i form av snö och is samt avrinningen av smältvattnet

sker inte på samma sätt. Det tillkommer även fler föroreningar under vinterhalvåret, då främst från halkbekämpningen i form av salt och grus.

Viklander & Bäckström beskriver flera olika aspekter, enligt tabell 7, som är viktiga att tänka på om man planerar för dagvattenhantering i ett kallt klimat. Även om Sverige är ett avlångt land med varierande klimat går det inte att bortse i det faktum att det även kan bli kalla vintrar i de södra delarna, även om de är sällsynta, så fryser marken och tjälen gör att infiltrationshastigheten begränsas. Författarna förklarar att under vinterhalvåret inträffar ca 60 % av årsavrinningen och det beror på att det är nedsatt infiltrationskapacitet samt att det ofta är fler regntillfällen under snösmältning.

Den alternativa hanteringen av dagvatten, d.v.s. hållbar dagvattenhantering infiltrationsanläggningar vilka under vinterhalvåret kan sättas igen av is och få betydligt nedsatt funktion. Dock bibehåller de flesta infiltrationsanläggningar, såsom dränerande asfalt med enhetsöverbyggnad och perkolationsmagasin, en medelhög potential att ta hand om dagvattenvolymer och rening av dessa, menar Viklander & Bäckström och sammanfattar de olika systemens funktion och potential vid kallt klimat i tabell 8. Författarna bedömer de olika systemen i ett intervall mellan mycket låg till mycket hög funktion. Till exempel förklarar författarna att perkolationsmagasin får bedömningen hög då det klarar att hantera dagvattnet även under vintern, även om temperaturen är under noll grader så är risken liten för total nedisning. Däremot finns det rekommendationer att man bör lämna ytan ovan perkolationsmagasinen oplogad då det bidrar till en isolerande effekt och minskar risken för att tjälen når ned, förklarar författarna. Författarna förklarar också varför de båda ledningsnäten får bedömningen mycket låg är för att det egentligen alltid varit problem med avlopp och dagvattenhantering under vinterhalvåret. I de kombinerade näten sänker dagvattnet temperaturen på spillvattnet, vilket påverkar avskiljningsgraden samt bidrar till försämrade driftsvillkor. Duplikat ledningsnäten påverkas genom

tjälskador då kall luft dras ner i ledningen som ökar tjälbildningen som sedan går ut i marken och orsakar bland annat beläggningsskador.

**Tabell 7 visar hur dagvattenhanteringen kan förändras under vinterhalvåret och vilka specifika förutsättningar de innebär inom vissa aspekter, återskapad från Viklander & Bäckström (2008, s.12).**

Aspekt	Specifikt för kallt klimat
Den hydrologiska cykeln	Nederbördsbildning, avrinning, nederbörd ackumuleras i snötäcket
Generering och transport av dagvatten (inkluderar smältvatten)	Regn på snö, icke hydraulisk transport förekommer (ex. snötransporter, snödrift)
Föroreningsinnehåll	Större emissioner under vinterhalvåret, ackumulering av föroreningar i snö, höga halter i smältvatten
Anläggningars funktion	Tjäle, isbildning, svallis, vegetation inaktiv
Omhändertagande och deponering av snö	Resurskrävande transporter med lastbil, miljöpåverkan av snödeponi, lokala snöupplag i tätort, trafiksäkerhet

**Tabell 8 är sammanställning för olika dagvattenlösningar funktion under vinterhalvåret. Återskapad från Viklander & Bäckström (2008).**

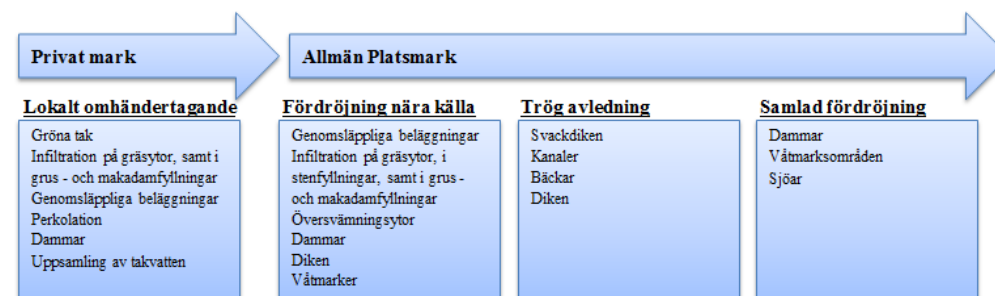
Anläggning	Funktion i kallt klimat
Kombinerat ledningsnät	Mycket låg
Duplikat ledningsnät (utan dagvattenrening)	Mycket låg
Dagvatteninfiltration	Låg
Perkolationsmagasin	Hög
Dränerande asfalt med enhetsöverbyggnad	Mycket hög
Svackdiken	Mycket hög
Våt damm	Hög
Torr damm	Låg
Återanvändning av dagvatten	Mycket låg
Centrala snödeponier	Hög
Lokala snödeponier	God

## De olika systemen <sup>1</sup>

Stahre (2008) pratar om *öppen dagvattenhantering* som är ett samlingsnamn för olika dagvatten anläggningar som antingen är öppna eller delvis öppna system. Deras syfte är att minska trycket på (avlasta)

<sup>1</sup> Bilder på de olika anläggningarna finns i Bilaga 2

ledningsnäten genom att fördröja, omhänderta och magasinera dagvattnet på ett naturligt sätt. Tanken är att återskapa naturens egna processer och sätt att hantera till exempel avrinning, infiltration eller trög avledning. Mycket för att minska det missförstånd som uppstod med begreppet LOD som skapades på 70- talet förklarar Svenskt vatten AB (2011) tydligare förklara vad LOD eller hållbar dagvattenhantering innebär, samt att det finns mer forskning och råd vid olika processer såsom planering och genomförandefaserna.



**Figur 8 visar en sammanställning av olika system som kan återfinnas inom olika platser och områden, inom privat eller allmän platsmark, och hur de kan kopplas genom en kedja av anläggningar för att uppnå maximal fördröjning och behandling av dagvattnet. De olika åtgärderna bör inte ses som separata åtgärder, utan ses som en integrerad enhet med flera komponenter, d.v.s. en helhet. Återskapad från Svenskt vatten AB (2011, s.13).**

Stahre (2004) och Svenskt Vatten AB (2011) förklarar, se figur 8, där olika anläggningar passar in på de olika platserna. Dock ska varje åtgärd passa den tilltänkta platsen och figur 8 ska endast ses som ett förslag. Stahre förklarar att de olika åtgärderna förekommer i flera av de 4 olika kategorierna i figuren, vilket beror på att de kan utformats/designats efter den specifika platsen samt att anläggningens storlek kan variera. Stahre förklarar att privat mark eller allmän platsmark delar bara upp vem som har ansvar för platsen, då privat är ofta privat ägd mark och allmän platsmark ägs kommunalt. Dock är det bra om flera av de olika leden kopplas likt det gör i figur 8, kanske inte i den ordningen som bilden, men



Stahre förklarar för att uppnå maximal effekt så bör flera anläggningar kopplas i hela avringskedjan och de kan då effektivt minska den hydrologiska belastningen på ledningsnät och recipient.

Lokalt omhändertagande av dagvatten menar Stahre (2004) blir liktydligt med privat omhändertagande, där det är lättare att urskilja ansvarsgränser, samt tillägger att även om varje tomts yta ensam inte gör någon skillnad på avbelastningen av det kommunala ledningsnätet så blir det skillnad när samtliga tomter fördröjer och hanterar dagvattnet lokalt. Därför bör det ställas krav vid nybyggnationer, förklarar Stahre och inom befintliga områden kan anläggningar användas fördelaktigt för att minska belastningen på befintliga dagvattenledningar.

### Grus- och makadamfyllningar - perkolationsmagasin

Woods-Ballard et al (2007) och Stahre (2004) förklarar att *trenches* eller perkolationsmagasin är grunda stenfyllningar som är ca 1 m breda och 1-2 m djupa. Det är en anläggning där dagvatten temporärt infiltreras eller filteras och fördröjs i en grund stenfylld fördjupning, som ett grunt dikessystem. En sammanfattning av anläggningen för- och nackdelar kan ses i tabell 9, där även praktiska förvaltnings åtgärder förslås av Woods-Ballard et al. Förutom stenfyllningar, förklarar Woods-Ballard et al finns det alternativ som kan vara *Geoceller* produkter som ger en större andel av hållrum (porer) men ger en begränsad reningsförmåga, då huvudfokuset för geoceller är magasineringens förmåga.

Stenfyllningsanläggningen är bra som samlingspunkt för avrinningsområdet för olika ogenomsläppliga ytor, såsom parkeringsplatser, vägar. Däremot bör inte anläggningen användas i närheten av känsliga grundvattenreservoarer som kan ta skada av det infiltrerande förorenade dagvattnet. Woods-Ballard et al (2007) och Stahre (2004) förklarar att anläggningen fungerar bra att använda för att reducera avrinnings hastigheter och mängder och kan hjälpa till att avlasta befintliga dagvattenledningar, samt bidra till att återskapa den naturliga vattenbalansen för grundvattnet. De finns två varianter av

denna anläggning, där den ena är infiltrering till omkringliggande jordmassor och den andra som fördröjer samt filterar vattnet. Stahre (2004) menar att om grundvattennivån är hög och jorden är av finkornig jordart begränsas infiltrationskapaciteten. Woods-Ballard et al förklarar då att anläggningen funktion bör i första hand vara fördröjning och magasinering av dagvatten. Stahre menar dock att det finns en problematik med magasineringen av dagvattnet, då porvolymen (hållrummen) i anläggningen kan sättas igen av både omkringliggande jordar samt av föroreningar som ackumuleras i anläggningen och förkortar livslängden. Woods-Ballard et al tillägger att stenfyllningsdikena inte fungerar som sedimentfällor, utan fungerar bäst när dagvattnet förbehandlas innan i andra system, såsom swales, gräsdiken eller sedimentfällor vid inlopp till anläggningen.

Vid utformningen och designen, menar Stahre och Woods-Ballard et al att anläggningen bör inkludera geotextil inom olika skikt/botten/sidorna om jorden omkring innehåller mycket finkornig jord, för att minska mängden jordmaterialet som tränger in i anläggningen. Samtidigt innebär det ett extra underhåll att ta bort sediment och finkorniga jordar från geotextilskiktet, för att bibehålla anläggningens funktion. Woods-Ballard et al beskriver att historiskt sett, har denna typ av anläggning en hög felfrekvens på grund av dåligt underhåll, felaktig placering eller hög skräpblockerig vid ingång. Vilket de menar lätt kan frångåmmas om rätt kunskap och kompetens används vid utformning, design och förvaltning.

Woods-Ballard et al (2007) förklarar att när avrinningen till anläggningen sker med punktinlopp kan det grunda diket kompletteras med ett perforerat rör som sprider ut och fördelar inflödet av dagvattnet. Vid infiltrationsdike bör det inkluderas ett bräddavlopp vid händelse av minskad infiltrationskapacitet samt vid kraftiga regnfall. Woods-Ballard et al skriver att anläggningen kan, vid rätt utformning och underhåll, ersätta konventionella rörledningar som transportsystem. När de används som filterdiken med flödesspridare utmed vägar och motorvägar, kan de även ta bort behovet av trottoarkanter och brunnar. Anläggningen fungerar

bäst om den är en del av dagvattenkedjan och kombineras med andra tekniker för hantering av dagvatten. Däremot ska den inte användas som sista delen av dagvattenhanteringskedjan på grund av de höga flödena som kan uppstå.

**Tabell 9 är en sammanställning över anläggningen Grus- och makadamfyllningar - Perkulationsmagasin, Återskapad från Woods-Ballard et al (2007).**

Grus- och makadamfyllningar - Perkulationsmagasin	
Fördelar	Nackdelar
Kan avsevärt minska avrinningshastigheten och volym	Hög igensättning potential utan effektivförbehandling
Bidrar med en betydande minskning av förorenings-mängden som släpps ut till recipienten	Passar inte alla jordarter, speciellt inte finkorniga jordar (lera/silt). Kräver geotextil.
Är lätt att anpassa till befintliga platser och passar bra vid vägar	Svårt att se igensättningar
	Begränsad till små upptagningsområden
	Hög kostnad vid byte av filtermaterial om blockering inträffas
	Hög kostnad vid byte av filtermaterial om blockering inträffas

Förvaltning åtgärder		
Typ	Åtgärd	Tidinterval
Återkommande underhåll	Borttagning skräp och ogräs från stenfyllningens yta	Månadsvis (vid behov)
	Borttagning och tvättning av exponerade stenar vid ytan	Årligen eller när silt är uppenbart på ytan
	Kontroll och trimning av rötter som kan orsaka blockering	Årligen
Enstaka underhåll	Borttagning av sediment från förbehandlingsanläggning	Ca 6 månaders intervall
	Borttagning av träd eller trädrötter som växer nära	Efter behov
Korrigerande åtgärder	Vid höga föroreningshalter bör geotextil eller filtermaterial tvättas/bytas	Vart 5:e år eller vid behov
	Inspektera inlopp, utlopp och inspektionspunkter för blockeringar, igensättning, stående vatten och strukturella skador	Månadsvis
Kontroll (efter kraftigt regn)	Inspektera efter silt ackumulering i förbehandlingssystem, dikets ytor och perforerade rörledning. Upprätta lämpliga frekvenser silt borttagning	Årligen



## Svackdiken – Swales

Tabell 10 är en sammanställning över anläggningen svackdiken, Återskapad från Woods-Ballard et al (2007).

Swales - Svackdiken		Förvaltning åtgärder		
Fördelar	Nackdelar	Typ	Åtgärd	Tidinterval
Lätt att integrera i landskapet	Inte lämpligt vid branta områden	Återkommande underhåll	Borttagning av skräp	
God förmåga för borttagning av föroreningar	Inte lämplig vid områden med parkeringar i vägkanten		Gräsklippning, för bibehållande av angivet gräshöjd	Intervall Månadsvis (växtperiod)
God förmåga att reducera avrinningshastigheten och volymen	Begränsar användningen av träd, då rötter kan blockera in och utlopp		Hantering av annan vegetation och borttagning av störande föremål	Månadsvis, vid etablering, / vid behov.
Låg kapitalkostnad		Enstaka underhåll	Kontroll om dålig tillväxt av vegetation och borttagning av skuggande växlighet eller löv	Årligen
Lätt underhåll/förvaltning			Om sådd vid bar mark eller skada vid över 10 % av ytan	Årligen, vid bar mark över 10 %
		Korrigerande åtgärder	Reparation vid erosion eller annan skada	Efter behov
			Bryta upp silt avlagringar för förhindra packning av jordytan.	Efter behov
		Kontroll (efter storm)	Inspektera inlopp, utlopp och bräddning för blockeringar och tydligt om det behövs	Månadsvis
			Kontrollera stående vattenbildningar	Månadsvis
			Inspektera efter silt ackumulationer	Årligen

Stahre (2004) beskriver svackdiken som ett gräsbeklätt flackt dike vars funktion är att fördröja och vara en transportväg för dagvattnet, dock är anläggningen ofta torrlagd. Woods-Ballard et al (2007) förklarar att *swales* eller svackdiken har en god möjlighet att rena dagvatten från föroreningar, då anläggningen ofta är täckt med vegetation, då ofta gräs, som minskar flödeshastigheten och dagvattnet hinner därigenom fälla partikelformiga föroreningar. En sammanfattning av anläggningen för- och nackdelar kan avläsas ovan i tabell 10, där även praktiska förvaltnings åtgärder förslås av Woods-Ballard et al.

Anläggningens utformning efterliknar en böjd form där anläggningens sidors lutning inte får vara för brant, då Stahre (2004) menar att gräset fördelaktigast klipps maskinellt. Woods-Ballard et al (2007) förklarar att underhållet eller förvaltningen av svackdiken kan förenas med den allmänna driften för gräsklippning, samt blockeringar i form av skräp och avfall som är synliga kan enkelt avlägsnas. Utformningen varierar och kan likt grus- makadamfyllningar kompletteras med stenfyllningar i anläggningens mittpunkt, för att då öka infiltrationskapaciteten. Stahre skriver att oberoende av utformning inte bör vattnets avrinning i anläggningen överskrida 2 %. Eftersom utformningen varierar menar Woods-Ballard et al att anläggningen även kan utformas med en sedimentdamm eller hinder i form av vallar som drastiskt sänker hastigheten och bidrar till att föroreningar sedimenteras och dagvattnet hinner infiltreras och tas upp av vegetationen.

Stahre (2004) och Woods-Ballard et al (2007) anser att anläggningen fungerar bäst som en del av den långa dagvattenkedjan som inkluderar andra anläggningar innan dagvattnet når ut till recipienten. Svackdiken är ett bra verktyg för att transportera dagvattnet från exempelvis vägar eller tak för att sedan ta det vidare till en damm innan de når recipienten. Stahre anser att i slutet på svackdiken bör det placeras en kupolbrunn som kan bistå vid kraftiga regn för att minska risken att anläggningen svämmar över. Om anläggningen kopplas med befintliga dagvattenledningar som får ett utlopp inom anläggningen, anser Stahre

att inloppet borde förstärkas och bekläs med större stenar för att minska risken för erosion på dikets kanter. Woods-Ballard et al tillägger att användningen av svackdiken kan ersätta konventionella rörledningar med brunnar och trottoarkanter då svackdikets gröna remsor som hanterar och fördröjer dagvattnet, men att anläggning bör ha ett bräddavlopp.

## Bioretention

Bioretentions anläggningar har många olika benämningar och innefattar bland annat: *Stormwater planters*, *Infiltration planters*, *Street swales*, *bioretention filter* och *Raingarden*. De samlas ofta under namnet bioretentionfilter eller rain gardens, menar Woods-Ballard et al (2007) och det är ofta utformningen som bestämmer benämningen på anläggningen. I denna rapport samlas de under Bioretention. Anläggningen för- och nackdelar kan avläsas i tabell 11, där även praktiska förvaltnings åtgärder förslås av Woods-Ballard et al.

Woods-Ballard et al (2007) beskriver bioretentionsanläggningar är högt tekniskt designade, då anläggningens utformning är grunda fördjupningar som är byggda för att infiltrera, fördröja eller magasinera dagvattnet från olika ytor. Innehållet i fördjupningen är ofta 'ingenjörs jordar' och speciellt anpassad vegetation för att filtrera och rena dagvattnet från föroreningar och minska avrinningsvolymen mot nästa del av dagvattenkedjan. Anläggningen är ofta torrlagd och hanterar kraftiga regntillfällen bra, beskriver Woods-Ballard et al. Den passar bra vid befintliga områden, såsom parkeringsplatser, villaområden, längs vägar och motorvägar. Dunnett & Clayden (2007) skriver att anläggningarna har en stor anpassningsförmåga, då de i snitt behöver utgöra ca 2-4 % av avrinningsområdet vilket ger anläggningarna möjlighet att få varierande utseende. I större områden med hög andel ogenomsläppligt material kan anläggningarna anläggas utspritt i små anläggningar för att hantera avrinningsvolymen. Wood-Ballard et al anser att det finns möjligheter att kombinera anläggningen med exempelvis svackdiken för att fungera som en extra reningsanläggning samt öka rekreativsvärdet.

Tabell 11 är en sammanställning över anläggningen Bioretion, Återskapad från Woods-Ballard et al (2007).

Bioretention		Förvaltning åtgärder		
Fördelar	Nackdelar	Typ	Åtgärd	Tidinterval
Kan planeras i befintliga områden	Hög förvaltningskrav och behöver löpande skötsel	Återkommande underhåll	Skärp och avfall borttagning	Månadsvis eller vid behov
Effektiv på avlägsna föroreningar	Risk för igensättning om inte underhåll missköts		Mulching - ta bort och ersätta	Årligen
Kan minska avrinnings volym och flödes hastighet	Inte lämplig i områden med branta sluttningar		Beskärning och trimning av träd	Vartannat år
			Vertikalkärning	Vart 3:e år
Varierande design gör att det lätt kan passa in i landskapet		Enstaka underhåll	Vattning av växter	Efter behov
			Ogräsresning	Efter behov/ Årligen
Lämplig vid ytor med hög andel ogenomsläppliga material		Korrigerande åtgärder	Borttagning av skador eller silt som täcker vegetationen till ett djup på ca 50mm	Efter Behov
			Behandling av sjuka träd	Efter behov
			Behandling och restaurering av eroderade områden	Efter behov
			Omplanteringar	Efter behov
			återställande eller förbättring av infiltration och silt borttagning	Efter behov
		Kontroll (efter storm)	Inspektera efter skador och blockeringar	Månadsvis/ Efter storm
			Inspektera avvattnings tiden infiltrations ytor kapacitet	Månadsvis/ Efter storm
			Mät anläggningens pH	Årligen

Dunnett & Clayden (2007) och Woods-Ballard et al (2007) förklarar att konstruktionen av anläggningen speglas av vad den omkringliggande markstruktur består av, då infiltration inte är alltid lämplig och då bör anläggningen fungera som ett magasin som samlar och fördörjer dagvattnet och transporterar det vidare till andra anläggningar i dagvatten kedjan. Wood-Ballard et al förklarar att om marken inte tillåter infiltration kan de kopplats på till närliggande dagvattenledningar, men mycket av dagvattnet hanteras genom avdunstning eller genom vegetationens transpiration.

Wood-Ballard et al (2007) ger exempel på kriterier för vilka typ av vegetation som kan passa anläggningen:

- Vegetationen ska tåla längre torrperioder
- Vegetation som klarar att stå under fluktuerande vattennivåer under längre tid.

### Genomsläppliga beläggningar

Wood-Ballard et al (2007) beskriver att genomsläppliga beläggningar kan delas in i två kategorier, nämligen porös beläggning eller permeabel beläggning, där skillnaden är slitlagrets material. *Porösa beläggningar* kan infiltrera dagvatten över hela sin yta. Det kan till exempel vara förstärkta gräs eller grusytor samt porös asfalt. De olika varianterna av anläggningarnas för- och nackdelar kan ses i tabell 12, där även praktiska förvaltnings åtgärder förslås av Woods-Ballard et al.

Permeabla beläggningar består av material som är ogenomträngliga för vatten, alltså hårdgjorda, men de är utformade med hålrum i materialet och anlagda med bredare fogar mellan beläggningarna. Det kan exempelvis vara betongbeläggningar som är utformade för att tillåta dagvatten att infiltrera genom fogarna eller hålrummen mellan betongbeläggningen ner till underbygganden. Stahre (2004) förklarar att

det även är viktigt att underbygganden är av korrekt grövre material som är genomsläppligt.

Genomsläppliga beläggningar är praktiska då de inte tar upp extra volym i staden än den befintliga trottoaren eller vägen, menar Wood-Ballard et al. Och de är fortfarande lämpliga för fotgängare och fordonstrafik. Beroende på utformning i underbygganden kan anläggningen både infiltrera, magasinera och transportera dagvattnet vidare till recipient eller annan del av dagvattenkedjan.

Det finns tre huvudtyper av anläggningarna, menar Wood-Ballard et al:

(1) Där markterrassen och omkringliggande markstruktur tillåter infiltrering, kan dagvattnet infiltrera från ytan ner till jorden under. För säkerhets bör man komplettera anläggningen med dränerande rör som fördelar och transporterar dagvattnet när volymen överstiger underliggande markstrukturens infiltrationskapacitet (mättad). Dräneringsrören placeras ungefär i mitten av anläggningen.

(2) liknar typ 1, fast anläggningen kompletteras med dränerande rör som fördelar och transporterar dagvattnet när volymen överstiger underliggande markstruktur infiltrationskapacitet (mättad). Dräneringsrören placeras ungefär i mitten av anläggningen.

(3) har ingen infiltration till underliggande marklager. I denna typ placeras en ogenomtränglig geotextil i botten, och dagvattnet avleds enbart med dräneringsrör. Denna typ används exempelvis när vatten ska sparas och återanvändas och lagras i magasin, eller då markstrukturen inte är lämplig för infiltration eller närliggande grundvatten är känsligt och kräver skydd för föroreningar. Det kan också vara för att platsen är utsatt för verksamheter med hög föroreningsgrad och föroreningarnas mobilitet måste minskas.

Tabell 12 är en sammanställning över anläggningen Genomsläppliga beläggningar, Återskapad från Woods-Ballard et al (2007).

Genomsläppliga beläggningar		Förvaltning åtgärder		
Fördelar	Nackdelar	Typ	Åtgärd	Tidinterval
Effektiv på avlägsna föroreningar	Inte lämplig i områden där sediment tvättas eller transporteras på ytan	Återkommande underhåll	Bordning och dammsugning (tillverkarens rekommendationer)	Tre gånger år/ period - vinter, sommar, höst/ vid behov.
Kan minska avrinnings volym och flödes hastighet	Finns risk för igensättning om dåligt underhåll		Klippning av vegetation (gräsarmering)	Vid behov
Lämplig vid hög densitet områden	Bör inte anläggas i sluttningar	Enstaka underhåll	Underhålla och klippa angräsande områden	Efter behov
Kan planeras i befintliga områden och kräver ingen extra yta			Borttagning av ogräs	Efter behov
Lågt underhåll		Korrigerande åtgärder	Ta bort intill liggande vegetation som förhöjts över vägens höjd	Efter behov
Avlägsnar behov för brunnar			Lagning av sättningar, spårbildning eller spruckna trasiga block som sänker anläggningens funktion	Efter behov
Eliminerar pöl och is uppkomst på ytan			Rehabilitering av mark och underbyggand om infiltrations prestanda minskar	Efter behov
Hög acceptans		Kontroll (efter storm)	Inledande kontroller	Ca 3 Mån efter installation
			Kontroll av tecken på dålig funktion/ogräs tillväxt, vidta korrigerande åtgärder.	3-månads, 48 timmar efter stora stormar
			Inspektera silt ansamlingar	Årligen
			Övervaka inspektionskammare	Årligen

## Gröna tak

Woods-Ballard et al (2007) definierar gröna tak som ett multi-lager system med ett vegetationstäck som täcker taket på byggnader eller likande, där funktionen är att fånga och hålla kvar dagvattnet och minska volymen för avrinningen och dämpa toppflödet. Stahre (2004) tillägger att gröna tak kan anläggas både på nya och befintliga tak och det som är en avgörande förutsättning för tekniken är takets lutning, som inte får vara för brant, samt att man beräknar att taket kan klara av vikten av anläggningen. Woods-Ballard et al (2007) menar att anläggningen fungerar bra för att minska volymen och hastigheten på avrinningen från tak och avlasta dagvattenkedjan nedströms. Stahre (2004) beskriver det som lokalt omhändertagande av dagvatten och det kan ses som första steg i dagvattenkedjan.

Det finns oftast tre olika varianter på gröna tak, främst gällande deras tjocklek. Woods-Ballard et al (2007) kallar dessa extensiva, intensiva och grustäckta, eller som Svenskt vatten AB (2011) skriver djupa (medel 210mm), tunna (medel 100 mm) eller grustäckta (medel 50mm). Woods-Ballard et al förklarar vidare att extensiva (tunna) gröna tak är bara tillgängliga för skötselpersonal och har en tjocklek mellan 25 mm till 125 mm. Vegetation består av låga torktåliga växter, oftast mossor, örter, gräs eller andra suckulenter. Stahre tillägger att en vanlig blandning för gröna tak är Sedum-tak med taklök, fetblad- och fettknoppväxter, med inbladningar av mossor och torktåligt gräs. Woods-Ballard et al och Stahre förklarar att tanken är lätta och kostnadseffektiva och kan användas i stor variation med låg skötsel. Sammanfattning av gröna taks för- och nackdelar kan ses i tabell 13, uppdelat efter deras tjocklek.

De intensiva (djupa) gröna taken har högre rekreations fördelar än den tunna varianten då de kan inkludera träd eller andra högre växtsorter, till skillnad från den enklare varianten med gräs eller örtängar. Tjockleken varierar ofta och anläggningen väger mycket och kräver löpande skötsel.

Woods-Ballard et al anser att det finns tre viktiga underhållskrav: (1) anläggningen måste bevattnas under etableringstiden för vegetationen; (2) att det sker kontinuerliga inspektioner så att kala fläckar kan ersättas med nya växter; (3) att skräp tas bort, lite beroende på var anläggningen är placerad och vilken typ av användning det är på ytan, då främst om det är den tjockare modellen där man kan vistas ute på taket.

Stahre (2004) skriver att erfarenheten visar att de gröna taken skyddar asfaltspappen från UV-strålningen och det bidrar till förlängd livslängd och hållbarhet på pappen. Woods-Ballard et al tillägger att det finns forskning och erfarenheter att gröna tak även bidrar till att sänka energi förbrukningen i huset både under sommar samt vinter, då gröna tak har en isolerande effekt. Stahre säger också att många tror att anläggningarna kan ge fuktskador på taken, vilket inte stämmer då sådana effekter inte har hittats.

Gröna- taks- funktion går ut på att bibehålla så mycket vatten som möjligt och därefter fördröja resterande avrinning, alltså fungera som en broms menar Stahre. Svenskt vatten AB (2011) beskriver att ett tunt tak på medelvärdet 100mm har en förmåga att minska andelen avrunnen volym med 50 % (medelvärde för ett tunt tak), för ett djupt tak på ett medelvärde 210 mm har en förmåga att minska andel avrunnen volym till (25 %). Det kan också förklaras likt att tunna tak magasiniserar hälften av årsavrinningen och medan djupa tak magasiniserar ca 75 % av årsavrinningen. När taket blivit mättat blir då också fördröjningseffekten påverkad och bidrar till försämrade fördröjning och flödets hastighet ökar något, förklarar Stahre.

Woods-Ballard et al (2007) beskriver att vid design och anläggning av gröna tak är det viktigt att tänka på extra kortvariga viktökningar såsom vid snöfall eller vid skötsel. Det gäller även att studera möjligheten till att kunna besöka platsen, hur lättillgänglig är platsen är, då detta är viktigt om det ska vara ett grönt tak av intensiv karaktär. Dessa mer trädgårdslikande tak kräver regelbunden skötsel, lite beroende på

utformning. De extensiva eller tunna gröna taken som inte ska beträdas, kräver i regel inte regelbunden skötsel, förutom under etableringsfasen. Woods-Ballard et al menar att dessa tak behöver, efter god etablering på ca 3 år, endast kontrollbesök och borttagning av skräp och möjligen något ogräs.

Stahre (2004) skriver att ofta så har leverantörerna riktlinjer för sina produkter, hur de ska skötas under etableringsfasen och fortgående förvaltning, men Woods-Ballard et al (2007) ger förslag enligt tabell 14 nedan, hur förvaltningen kan planeras för samtliga varianter.

**Tabell 13 är en sammanställning över anläggningen Gröna taks fördelar och nackdelar mellan extensiva och intensiva, Återskapad från Woods-Ballard et al (2007).**

Extensiva (Tunna)		Intensiva (Tjocka/djupa)	
Fördelar	Nackdelar	Fördelar	Nackdelar
Lätt belastning på takkonstruktionen. Ofta lämplig för ombyggnader och passar för stora ytor	Låg bioveristet	Hög bioversitet	Tung belastning på takkonstruktionen och svårare att tillämpa för ombyggander.
Ger ett naturligt uttryck	Låg attraktivitet under vinter, då det kan uppfattas som oattraktivt av vissa	God isolering egenskaper	Kräver extra skötsel, bevattning och dränering system. Kräver mer energi.
God isolering egenskaper		Kan simulera en riktig trädgård	Högre kapital- och underhållskostnader
Låg skötselkostnad mindre tekniska expertis som krävs relativt billigt vegetationen självförvaltning		Hög attraktivitet beroende på utformning. Ofta tillgängliga med möjligheter till rekreation och umgänge.	Kräver hög kompetensnivå för att anlägga och förvalta
Klarar viss lutning		God förmåga att hålla kvar och fördröja dagvattnet	
Lite eller inget behov av bevattning och specialiserade dräneringssystem		Lång livslängd på anläggningen	
Lättare för planering myndighet att kräva som ett villkor för planering			
God förmåga att fördröja dagvatten samt en bibehållande och avdunstande effekt.			

Tabell 14 Tabell 14 är en sammanställning över förvaltning och drift för anläggningen Gröna tak. Förvaltningen och driftinformationen nedan innefattar både extensiva och intensiva tak. Återskapad från Woods-Ballard et al (2007).

Typ	Åtgärd	Tidinterval
Etablering (1-3 år)	Byta ut döda växter	Månadsvis (leverantörs ansvar)
	Vattning	Vid behov
Återkommande underhåll	Ta bort olika typer av skräp såsom avfall, löv, ogräs.	Ca 6 månader eller vid behov
	Komplettering av döda växter	Under höstperiod, Årligen
	Gräsklippning, gräsklipppet ska avlägsnas för att inte ackumuleras	Ca 6 månader eller vid behov
Korrigerande åtgärder	Erosionsskador måste kontrolleras, källan hittas och åtgärdas, så de efterliknar resterande anläggning.	Vid behov, årlig kontroll
	Dräneringsinlopp skadat, måste åtgärdas och undersöka orsak	Vid behov, årlig kontroll
Kontroll (efter storm)	Inspektera hälsan på anläggningen inkl. jord, vegetation, avlopp, bevattning, dränering m.m.	Årligen, efter svår storm
	Inspektera efter tecken på erosion	Årligen/efter svår storm
	Inspektion på taket för hitta läckage bevis	Årligen/efter svåra stormar



## Övriga system

### Kanaler

Stahre (2004) skriver om dagvattenkanaler som kan anpassas för stadsbebyggelse. De synliga kanalerna kan bli ett omtyckt inslag i stadsmiljön och bidrar med information om hur samhällets tekniska försörjning fungerar. Stahre menar att det är viktigt att visa vart regnvattnet tar vägen och att det inte döljs under ytan.

Kostnaderna för anläggningen av ett kanalsystem är jämförbart med traditionella ledningssystem och båda är relativt krävande när det gäller förvaltning och drift. Stahre menar att ett problem är att det lätt blåser ner skräp eller annat avfall som slängts på marken. Detta bidrar till att anläggningen får ett skräpigt uttryck och kräver således betydligt mer skötsel och underhåll än traditionella dagvattenledningar. Därför anläggs kanalnät endast vid speciella topografiska förhållanden som är bäst lämpade eller när området vill profilisera sig med synlig dagvattenhantering. Stahre menar att det inte slängs mer skräp och avfall efter att man anlagt kanalnätet, utan att det snarare är det skräp som slängts i buskar och planteringar som blir synligt när det istället blåser ner i kanalens fåra. Det handlar alltså om en omfördelning av skräpet och de ökade synliggörandet gör att skötselunderhållet ökar.

När det gäller utformning av kanalnätet kan det variera i storlek. Egentligen är det bara fantasin som sätter gränser, dock gäller det att lutningen av botten blir korrekt för skapandet av en transportväg. Stahre menar att också olycksrisken måste beaktas. Beroende på djup och placering bör anläggningen kompletteras med skyddsåtgärder, exempelvis staket. Eller om det är en smalare kanal, (såsom rännalsplattor) som korsar gång/trafikbana bör den täckas med exempelvis korteringstål eller likt © Acodrains, där det finns risk för att snubbla. Det gäller även att tänka på tillgängligheten till byggnader, då Stahre beskriver att kanalnätet inte får vara ett hinder för en entré till en fastighet.

### Träd och dräneringsstråk

Svenskt vatten AB (2011) skriver att träd och infiltrationsstråk kan fungera som en del av dagvattenkedjan. Svenskt vatten AB skriver att trädgropar med skelettjord kan utformas för att dagvattnet ska kunna infiltreras och gynna både avrinningen från gatan och trädens vattenbehov. Eftersom jordstrukturen i skelettjordar är luftiga kan dagvattnet infiltreras ner och trädgropen fungerar som ett kortvarigt magasin. Dock bör överskottsvatten transporteras bort genom olika dräneringsrör.

Vid halkbekämpning med salt bör jorden i trädgropen vara av en variant som lätt kan skölja ur saltet, menar Svenskt vatten AB, då finkorniga jordar under (<5 viktprocent) kan strukturen och växtförhållandena förändras av påverkan av saltet och trädgropen blir förstörd.

## Metod

I detta kapitel beskrivs vilka metoder jag valt att arbeta med under uppsatsens uppbyggnad och genomförande. Den grundar sig i kvalitativ forskning och dess metoder såsom kvalitativa intervjuer. Bryman (2011) beskriver en kvalitativ forskning bygger mer på ord än siffror. Bryman (s 346) beskriver 6 huvudsakliga steg som ingår i en kvalitativ undersökning.

- Steg 1 Generella frågeställningar (forskningsfrågor)
- Steg 2 Val av relevanta platser och undersökningar,
- Steg 3 Insamling av data,
- Steg 4 Tolkning av data,
- Steg 5 Begreppsligt och teoretiskt arbete,
- Steg 6 Rapport om resultat och slutsatser.

Förloppet för denna uppsats följer troligen inte Brymans steg helt, men det finns liknelser. En sak som skiljer sig är stegordningen, då exempelvis steg 1 förändrats löpande genom processen. Processens start var mer att jag valde att återigen fördjupa mina kunskaper inom dagvattenhantering inom bebyggda tätortsområden med fokus på förvaltning och vinsterna av anläggningarna.

Valet av plats och undersökning, Steg 2, bestämdes med hjälp av extern handledare som föreslog plats, Åstorp centrum, eftersom grundtanken var att det skulle handla om tätorter och centrala stadsdelar. Att platsen blev Åstorp Centrum är inget av större vikt då resultatet, alltså de förslagna åtgärderna, kan implementeras i de flesta tätortsområden med få justeringar för anpassning efter den specifika platsen. Brymans steg 3 - 6 efterliknar uppsatsens egna steg.

## Litteraturen

För att besvara frågeställningar behövde jag göra en översiktlig genomgång av litteraturen inom hållbar dagvattenhantering och det blev det teoretiska ramverk som användes för den empiriska undersökningen - Åtgärdsförslaget. Genomgången av litteraturen har olika viktiga nyckelord

och begrepp som identifieras då de kan ge en teoretisk förståelse av uppsatsens undersökningsområde. Dessa är; *Stormwater, Hållbar dagvattenhantering, förvaltning och drifts erfarenheter av LOD, SUDS, Urban ecology, Hållbar stadsutveckling, LID - Low impact development*. Dessa nyckelord har används genom databassökningar via SLU söktjänst Primo och Libris samt Malmö Högskolas bibliotek Orkanen. Artiklar som inte varit tillgängliga på dessa sidor har hittats genom nya sökningar på Google Scholar, som ofta ledde till nya intressanta artiklar inom ämnesområdet.

Uppsatsens bakgrund och teoretiska avsnitt syftar att ligga som en grund för åtgärdsförslaget. De ligger även som grund för diskussions avsnitt för att väva samman de olika delarna i teorin och bakgrunden för att kunna svara på frågeställningarna.

Teorinavsnittet kan delas in i 3 delar:

- Del 1 är egentligen bakgrunden som lyfter de aspekter av urban ekologi och hur ekosystemtjänster kan användas för att gynna den urbana miljön.
- Del 2 är en genomgång av de förutsättningar som finns i den urbana miljön, då klimat, vattenflöden och föroreningar som återfinns i den urbana miljön.
- Del 3 är en sammanställning av dagvattenhanteringen utveckling i Sverige och hur implementeringen fungerar idag. Anläggningarna/systemen som beskrivs är de som kan anpassas till den urbana miljön och då främst befintliga kvarter. Del 3 innefattar även aspekter kring planering och förvaltning.

De teoretiska delarna har avgränsats genom att inte inkludera hur det hydrologiska kretsloppet fungerar jämfört med det urbana hydrologiska kretsloppet. Detta finns dock utförligt beskrivet i uppsatsen '*Implementering av öppna dagvattenanläggningar i innerstaden: En studie för att undersöka lämpligheten med öppna dagvattenlösningar i det befintliga stadsrummet*'.

## Kvalitativa intervjuer

Bryman (2011) förklarar att syftet med kvalitativa intervjuer är att "forskaren" vill ha fylliga och detaljerade svar, medan syftet för kvantitativa intervjuer genererar svar som snabbt kan kodas och bearbetas. Bryman beskriver att kvalitativa intervjuers uppbyggnad är ostrukturerad jämfört med kvantitativa och fungerar mer som ett öppet samtal än intervju. Bryman förklarar att ofta ligger betoningen på de generella kringfrågställningar och att tyngden ligger på intervjupersonernas egna synsätt och uppfattningar. Intervjun kan gå i olika riktningar för att skapa kunskap om vad intervjupersonerna uppfattar som viktigt och anser vara relevant. Kvalitativa intervjuer delas in i två varianter: ostrukturerad och semistrukturerad. Bryman beskriver att ostrukturerad intervju är mer som ett vanligt samtal och att intervjuaren ofta ställer en fråga och på olika punkter ställer följdfrågor. Semistrukturerade intervjuer utgår ofta från en intervjuguide med olika teman, vilket skiljer dem två åt. Även om det i semistrukturerade intervjuer också finns möjligheter för lyfta nya punkter och frågor som inte står med i guiden, så är ändå denna variant mer strukturerad. Båda varianterna av intervjuer tillåter intervjupersonerna att utforma sina svar med stor frihet.

Intervjuerna i denna uppsats genomfördes inom kvalitativ intervjumetodik och som semistrukturerade intervjuer. Som Bryman skriver var tanken med intervjuerna att få fylliga, detaljerade svar. Det var intervjupersonernas erfarenheter och egna tankar som eftersöktes för att se hur de skiljer sig från litteraturen. Intervjuerna resulterade i tips och tankar kring vad det är som verkligen sker i de olika processerna kring dagvattenhantering. Resultatet av intervjuerna blev upptaget i åtgärdsförslaget tips *eller "att tänka på"* i de olika processtegen för implementeringen av hållbara dagvattenanläggningar. Förutom det så spelade intervjuerna en roll i att kontrollera om jag uppfattat litteraturen och egna slutsatser rätt.

Dialogen var öppen och intervjupersonerna fick lov att ta stickspår mot andra synpunkter som de ansåg vara relevanta för att svara på frågan, vilket ledde till intressanta diskussioner.

Valet av intervjupersoner var blandat och tyvärr fanns inte möjligheten för *face to face* intervjuer och ibland fanns tyvärr inte tiden. Det resulterade i att två personer intervjuades enskilt samt en intervju med Åstorp Kommun och med en extern handledare som tillsammans fungerade som ett bollplank för de idéer/åtgärder som skapats. Åstorps kommun fick komma med kommentarer på de platser som de valt, samt diskutera kring eventuella problem och vilka fördelar som kan vinnas med anläggningarna. Kommunen lyfte även andra tankar som ansågs vara viktiga.

Det första enskilda intervjutillfällets fokus var på Ekostaden Augustenborg för undersöka områdets planering och förvaltnings processer, då VA SYD Stefan Billqvist ställde upp. Därefter valdes en lärare/konsult inriktad på alternativa dagvattenlösningar från Tengbom Kent Fridell för att undersöka hur processen för planering fungerar utifrån en konsults perspektiv.

Urvalet av intervjupersoner utgick ifrån befintliga miljöer såsom Augustenborg. Jag försökte komma i kontakt med fler än en person som var inkluderade förvaltningen av Augustenborg men resultatet blev att endast en av de två aktörerna hade möjlighet att träffas. Konsuleten valdes för personen ifråga arbetar med förändring av dagvattenhantering inom befintliga miljöer.

### Intervjuguidens teman

- Planering
- Förvaltning
- Övrigt/egna erfarenheter

De olika frågorna inom intervjuguidens teman skiljde sig åt beroende på vem intervjupersonen var. För VA Syd var utgångspunkten erfarenheter

från Ekostaden Augustenborg och för konsulten var utgångspunkten hans egna projekt och erfarenheter ifrån dessa.

Intervjun med Åstorp Kommun m.m. var inte enligt intervjuguiden utan följde mer den ostrukturerade intervjuens mönster. Det var mer ett tillfälle att föra en öppen dialog om deras frågor och funderingar kring platser och förslag på åtgärder som diskuterades.

## Fallstudien

Yin förklarar att en fallstudie utgör en empirisk undersökning som studerar en aktuell företeelse i dess verkliga kontext. Vilket sker i denna uppsats genom resultatet av ett åtgärdsförslag som kommer att presenteras inför Åstorp kommun.

Yin (2007) menar att fallstudier används för att samla in, presentera och analysera data av god kvalitet och används ofta för att svara på frågor såsom "hur" eller "varför". Yin menar att de ofta används för aktuella skeenden, där man kan hantera många olika empiriska material såsom observationer, intervjuer. Yin menar att det också är viktigt att det formuleras en teoretisk ram för genomförandet av fallstudien, oberoende av möjligheten att styrka slutsatser eller om studien är explorativ, beskrivande eller förklarande.

Yin förklarar att fallstudier som forskningsstrategi är användbara när man vill samla kunskap om olika företeelser (individuella, gruppmissiga, organisatoriska, sociala, politiska) och är vanliga forskningsstrategier inom bland annat samhällsplanering. Anledningen till att många forskare använder sig av fallstudiemetoden är att de kan behålla helheten på verkliga relevanta händelser såsom, individuella livscyklar, organisatoriska- och ledningsprocesser, m.m. En fallstudie består av olika faser: design, datainsamling, analys och rapportskrivning menar Yin. I detta fall så kommer det att resultera i ett åtgärdsförslag som den teoretiska skrivna rapporten och analysen är grunden till.

Valet att arbeta med fallstudier är ett effektivt sätt att realisera teori till en praktisk åtgärd. Processen att kunna omsätta teori till en praktisk situation är viktig då den fördjupar förståelsen av både teorin och empirin. Att använda fallstudie som metod är lämpligt då man kan initiera, leda och koordinera olika stadsutvecklingsprojekt med fokus på hållbar utveckling. Genom att använda fallstudie för denna uppsats skapades det ett åtgärdsförslag som ska kunna appliceras här och nu. Det är däremot viktigt att kunna förklara hur och varför, alltså kunna argumentera varför det är lämpliga förslag för den som läser. Fallstudien börjar inledande i en kontext-förklaring (d.v.s. nulägesanalysen) vilket resulterar i fallet och dess resultat, det vill säga åtgärdsförslag.

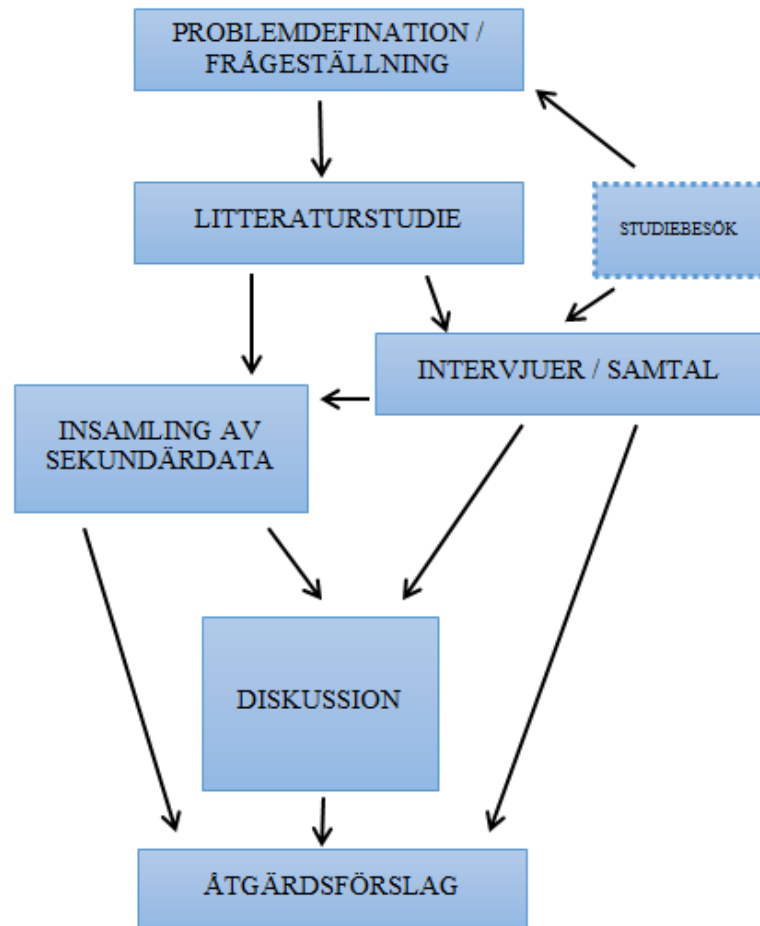
## Studiebesök

Genom både kandidatprogrammet Landskapsingenjör och masterprogrammet Hållbar stadsutveckling har ett flertal studiebesök gått till Ekostaden Augustenborg i Malmö, vars områdesförändring faller inom ramen för befintlig bebyggelse och är ett bevis på hur ett område kan förändra dagvattenhanteringen mot en mer hållbar lösning. Därför ses Augustenborg områdesförändring, som innefattas inom kategorin befintlig bebyggelse, som lämplig inspirationskälla till uppsatsens åtgärdsförslag.

Andra besök har varit till nyexploaterade områden där öppna dagvattenanläggningar implementeras, vilket inte är huvudfokus för denna uppsats, men idéer och lösningar bör ändå uppmärksammas.

Studiebesöken har inte nämnts i uppsatsen förutom i texten ovan, men dessa besök finns lagrade i hjärnbalken och påverkar ändå idéer och valet av vilka anläggningar som borde inkluderas i litteraturgenomgången.

### Sammanfattning:



Figur 9 visar en sammanställning över arbetsprocessen och dess resultat. Diskussionen ligger ovan åtgärdsförslaget, då i diskussionen diskuterar inte själva åtgärdsförslaget utan det som beskrivs och diskuteras i diskussionen lyft fram som underlagt i åtgärdsförslaget.

## Ett sammandrag av intervjuerna.

Från intervjutillfällena fick jag insyn från två olika håll. Den ena gav en mer VA-syn och den andra en kombinerad lärare/konsult-syn. På grund av att endast 2 personer kunde delta blev intervjuerna formade efter vilket företag samt efter respektives relation till hållbar dagvattenhantering. Därför är det fokus på olika områden inom de två olika intervjuerna. Där intervju 1 handlar om omvandlingen av Augustenborg och de lärdomar som kan hämtas från den processen. Men intervju två handlar mer om generella tankar vid planeringen och anläggandet av hållbar dagvattenhantering och hur det fungerar på marknaden idag.

Även om antalet intervjuer är få, ger svaren en intressant bild om hur det fungerar ute i praktiken. De kan förhoppningsvis ge läsaren en inblick om hur det fungerar med införandet av hållbara dagvattenlösningar i befintlig stadsmiljö. Samtidigt också bidra till en inblick till några problem och hinder som kan uppstå och vad som behövs utvecklas för enklare hitta en väg att införa dessa anläggningar inom befintlig stadsmiljö.

Intervju 1, Va-syd, hänvisar i detta kapitel till intervjupersonen som varit kontaktperson från VA-syd Malmö. Intervjupersonen konsulten i intervju 2 hänvisar till en kontaktperson från konsultfirma med kontor Malmö stad.

## Intervju 1

### Planering

Det hela startade på 90-talet. Det var två drivsjälar som bestämde att något nytt behövde göras i Augustenborg för att lyckas minska översvämningarna. På denna tid tillhörde VA-syd Malmö stad. De båda från Malmö stad bestämde att skapa en innovativ lösning som inte bara skulle lösa problemet med översvämningar utan också höja statusen på området, ge det ett lyft. Fastighetsförvaltare och andra aktörer kopplades in tidigt och samverkan var något som fastlades var mycket viktigt, inte

bara i under projekteringen utan under genomförandefasen och förvaltningsfasen. Det bestämdes att de som skulle förvalta områdets samtliga anläggningar skulle vara samma skötsel-entreprenör som hade den ingående skötseln. Dock föll samverkanprocessen, fast det verkade mycket lovande från start, och ingen vet riktigt varför det inte fungerade, men troligen handlade det om ansvarsfördelningen. Idag tar de olika markägarna hand om de anläggningar som ligger på deras mark och samtliga har olika skötsel-entreprenader, vilket betyder att grundidén gick förlorat. Resultatet för området blev ändå otroligt bra och det har verkligen blivit ett lyft. Anläggningarna som finns i området är dimensionerade för mer än ett 200-års regn, och det är därför det sällan syns vatten i anläggningen, förutom vid regn. Det kanske var något för mycket att välja en dimensionering för mer än 200-års-regn men samtidigt har anläggningarna utan problem klarat samtliga kraftiga regnoväder senaste året. Det som kan hämtas från processen och planeringen är att de involverade måste vara införstådda hur viktig samverkan är, speciellt som i Augustenborg där anläggningarna är uppdelade mellan olika markägare. Va-syd menar att en helhetsyn behövs speciellt när det gäller skötsel som överskrider olika markägares tomter. En helhet på skötseln förenklar tillsynen på anläggningarna och de kan ge högre prestanda.

Augustenborg var också en plats där de olika inblandade aktörerna fick vara med och testa vad som fungerar och inte fungerar inom befintliga miljöer.

Särkerhetsrisker menar VA-syd är en viktig aspekt när man planerar för alternativ dagvattenhantering och menar att de borde få lika mycket uppmärksamhet som skötsel aspekterna borde få. Speciellt när det kommer till platser där barn kan drunkna och ställen där de kan fastna. Det gäller att installera galler vid in- och utlopp för vissa anläggningar, samt att dammar som är över ett visst djup skall omringas med stängsel. Vid kanaler, såsom de i Augustenborg, ska det finnas räcken vid så att ingen kan trilla ner och kan skada sig. Kanalerna i Augustenborg är det

liten risk att drunkna i då de sällan står med vattenspegel. VA-syd tipsade om att MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) håller på att ta fram kriterier för säkerhetsfrågorna vid anläggningarna för dagvatten.

Införandet av anläggningar till den befintliga staden ser VA-syd som något positivt och inte alltför mycket dyrare än om det vore till nyexploatering. Det är däremot kanske mer tekniskt krävande att få anläggningar som fungerar och passar till redan existerande plats.

### Förvaltning

Någon manual eller skötselråd finns det inte tillgängligt, vad VA-syd vet, men det finns däremot behov av råd anvisningar om hur anläggningar behöver skötas och underhållas. Det finns manualer utomlands, bland annat för England (Woods-Ballard, 2007). VA-syd menar att inspektionerna av anläggningarna brukar ske från någons checklista som inte finns på papper utan i någons huvud. När den personen slutar så hamnar anläggningen i glömska då det inte finns nedskrivet vad som ska göras och i vilka intensiteter. Alltså hur ofta något ska klippas, eller hur ofta krontroll av in- och utlopp ska inträffa. Detta är intressant beträffande skötseln, då många av författarna i ämnet skriver att skötseln kan och bör inkluderas i den befintliga skötseln för ytan.

Nedskräpning och annat kan ses som ett problem, menar VA-syd, speciellt runt anläggningar nära skolor och i slutdammen (Augustenborg), speciellt nu när skötseln inte fungerar fullt ut. VA-syd ger förslag på att annan involvering behövs. Från boende kan det bli gemensamma städdagar för att skapa förståelse bland både vuxna och barn att man inte slänger skräp på marken! VA-syd tror också att eftersom det inte ständigt är vatten i anläggningarna ger de en bild av att det är skräpig. Däremot sker det knappt någon skadegörelse på anläggningarna inom området.

### Funktion

Angående valet av lämplig dimensioneringen av anläggningarna föreslog Va-syd att en blandning av dimensioneringar möjligen är lämpligt. Alltså

att både planera för stort och mindre regn. Inte över dimensionera hela anläggningen utan blanda normal och för 100 - 200 års regn. Detta kan man lösa genom mångfunktionella ytor, som Boverket också förespråkar i skriften *Mångfunktionella ytor (2010)*. Men VA-syd menade att för att de mångfunktionella ytorna ska bli helt lyckade måste det finnas informationskyltar varför platsen är översvämmad kortare perioder. VA-syd förklarade att denna informationstext inte behöver vara lång utan bara kort, men att den tydligt förklarar att denna yta kan kortare perioder vara översvämmad. Det är viktigt att skyltarna eller tavlorna tillförs till anläggningen för informera närboende och besökare.

Resultatet av Augustenborg visar att alla anläggningar uppfyller sin huvudfunktion, vilket var att hantera större mängder dagvatten och att motverka översvämningar. Sedan är det viktigt att hålla efter skötseln, som i detta fall inte blivit helt lyckat. Sedan måste man fundera på hur anläggningarna kommer se ut när det inte regnar och hur kan de få en ytterligare funktion då också. VA-syd förklarade att det är en bra aspekt att tänka på när man planerar, eftersom anläggningen då inte endast erhåller en funktion, utan genom god planering kan få många funktioner.

### Övrigt

Den avrundande frågan var hur VA-syd såg på begreppet *hållbar dagvattenhantering* och om de ansåg att det är praktiskt genomförbart. VA-syd menade att det är hållbart om olika kriterier är uppfyllda, såsom:

- Skötselaspekter
- Driftaspekter
- Säkerhetsrisk frågor
- m.m.

VA-syd menade också att hållbart är något som fungerar *som det var tänkt* och att anläggningarna upprätthåller den funktion som en gång bestämts.



## Intervju II

### Planering och förvaltning:

När det gäller planering, menar konsulten att det är viktigt att jobba med naturen. Och genom att jobba med naturen, istället för mot, så kan flertalet skötselmoment arbetas bort. Men även om det finns möjlighet för översvämningssytor bör det förslagsvis anläggas som äng, vilket kräver mindre skötseltillfällen än en vanlig gräsmatta. Konsulten förslår robusta arter såsom Åkerblom, rödsvingel m.m.

Vid planering för vidare förvaltning bör det skrivas in extra till skötselmanualerna, men det är svårt att veta vart förvaltningen hamnar och vilken kompetens som finns.

Det bör finnas kontroller och uppföljningar i planeringen, då dessa moment är viktiga för att undersöka vad som fungerar och inte. Dock menar konsulten att det ofta finns brist på tid och pengar i projekten för momentet uppföljning och kontroll. Det får ske efter eget intresse och vinning för konstruktören. Men konsulten menar att kontroll och uppföljningar saknas; men det behövs, så en ändring bör ske vid upphandling av projekt där momentet inkluderas i budgeten.

Det behövs en förändring i branschen menar konsulten, då planeringen för dagvattenhantering måste komma in tidigt i processen, redan när husarkitekterna ritar huset menar konsulten, då placeringen av t.ex. stuprör avgör hur optimal anläggningen kan bli. Därför är samverkan viktigt för att skapa förståelse om varför dagvattenfrågan ska inkluderas redan vid designen av huset. Det skulle underlätta och bidra till bästa optimala funktion för anläggningarna, förklarar konsulten. Men genom att föreläsa och undervisa olika tjänstemän i frågan så ökar chanserna att dagvattenfrågan och andra likt konsulten inkluderas från start.

*“Det behövs manualer samt tydliga råd och föreskrifter för öka kunskapen om öppna/hållbara dagvattenanläggningar, men tydligen ska hjulet uppfinnas var gång”, säger konsulten.*

### Funktion

För att uppnå maximal rening ska det inkluderas ett sandfilter, förklarar konsulten. Sandfilteret tar mest tungmetaller än näringsämnen. Växternas funktion är mest för att bidra med mikroliv, som skapar ett biofilter, som i sin tur bidrar till struktur i jorden. Så växterna ger en indirekt rening men vars funktion är viktig ändå. Växterna bidrar med viss rening och upptag av olika ämnen också.

För att uppnå bästa möjliga funktion på anläggningarna bör det alltid anläggas i en kedja, förklarar konsulten. Gärna börja så nära källan som möjligt och på det sättet förebygga och minska belastningen på dagvattnet. Kedjan som konsulten hänvisar till är den modell Stahre (2004) m.fl. hänvisar till: Lokalt om händertagande, Fördröjning nära källan, Trög avledning och Samlad fördröjning.

### Övrigt

Frågan om hur konsulten såg på begreppet *hållbar dagvattenhantering* och hur det kunde bidra till en hållbar stadsutveckling, var intressant. Konsulten såg de öppna eller alternativa dagvattenanläggningarna inte är hållbara, fast ändå mer hållbart än de traditionella. Konsulten menade att de öppna anläggningarna bidrar till en mindre miljöbelastning än de traditionella ledningssystemen. Konsulten menade också att de är billigare (att klimatanpassa genom) anläggning av öppna dagvattenanläggningar men kan ge något dyrare driftkostnader. Däremot genom att välja dagvatten anläggningar så bidrar det till olika positiva vinster som inte kan beräknas såsom miljövinster och olika mervärden.

Det finns olika vinster och risker som kan tillkomma vid olika dagvattenanläggningar. Konsulten förklarade att de vinster som kan tillkomma är:

- Ekonomiska vinster då de förnyar ett område och höjer dess status, exempelvis Augustenborg.



- genom att kombinera olika anläggningar bidrar till bättre fördröjning av dagvattenflödet
- Mångfunktion, då det inte bara har en funktion utan uppfyller flera värden
- Rening
- Fördröjning
- Förbättrar klimatet runt anläggningen (hur mycket beror på typ, storlek, och utformning anläggning)
- Fylla på grundvattnet (om infiltration samt perkolation är lämpligt)
- Pedagogik
- m.m.

De risker konsulten nämner är följande:

- Känsliga för erosion, igensättning m.m.
- Kan byggas felaktigt, då det finns brist på personer som inte kan avläsa en ritning korrekt.
- Anläggningsbranschen, då konsulten märkt att det finns kompetensbrist och bristande kunskap för hur anläggningarna ska skötas/förvaltas.

Trots att det möjligen finns fler risker och hinder än de nämnda, så menar konsulten att de potentiella vinsterna är större än riskerna och menar att det inte är egentliga risker utan en utbildningsfråga.

## Sammanfattning I+II:

### Vinster:

- Lyfter områden → ekonomiska vinster
- Minskar översvämningsrisken, om rätt dimensionering
- Mångfunktion
- Rening
- Fördröjning
- Förbättrar klimatet
- Fyller på grundvattnet (om infiltration samt perkolation är lämpligt)
- Pedagogik
- + övriga mervärden (Stahre 2004)

### Risker:

- Säkerhetsrisker (speciellt dammar, men även andra anläggningar såsom kanaler m.m.)
- Känsliga för erosion och igensättning p.g.a. dålig skötsel
- Kan byggas felaktigt, då det finns brist på personer som inte kan avläsa en ritning korrekt.
- Anläggningsbranschen,

### Behövs:

- Skötselmanualer och råd och planer
- **Samverkan**
- Bättre planering för säkerhetsrisker och då tydliga föreskrifter och hjälpmedel för planering av anläggningarna
- Tillgång till delaktighet tidigt i processen.
- Kunskapsutveckling/ kompetensutveckling

# Del II

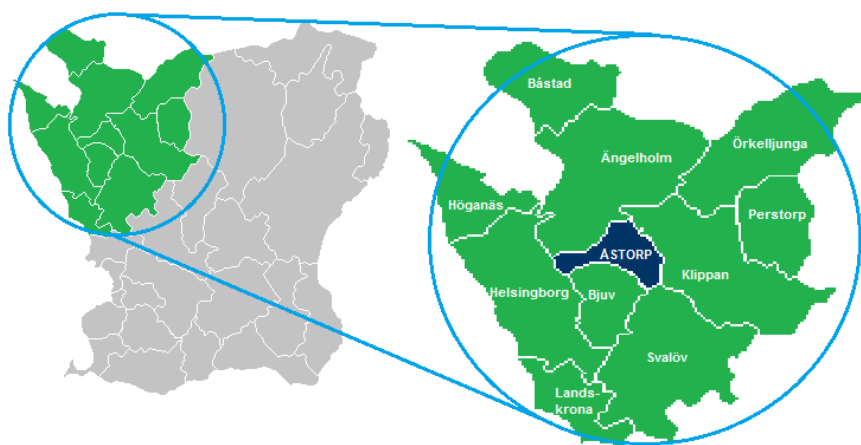
---

Nulägesanalys. Nedan följer en beskrivning av fallstudieplatsen.

## Nulägesanalys

### Allmän info

Åstorp Kommun ligger i centrum av nordvästra Skåne enligt figur 10. Åstorps Centrum är en del av Åstorps kommun som även innefattar byarna Nyvång, Hyllinge och Kvidinge.



Figur 10 visar Åstorp placering i nordvästra Skåne. Skapad av författaren.

Åstorps Centrum har en stor fördel genom goda kommunikationer till Helsingborg och Helsingör med både buss-och tågtrafik. Enligt SCB (2014) har Åstorp en folkmängd på 15061 personer. Vilket Åstorp Kommun (2012) tror kommer öka upp emot 17400 personer till år 2030. Det finns en viss osäkerhet med befolkningsutvecklingen, menar Åstorp Kommun då förutsättningarna såsom kommunens läge, serviceutbud och kollektiva kommunikationerna har en betydande roll för nettoinflyttandet. Även kommunens identitet, såsom kulturlivet och närheten till naturområden, är andra avgörande faktorer som bestämmer nettoinflyttning samt

nettoutflyttning. Kommunen menar att Åstorp har tre huvudattraktionskrafter:

- Närheten till Helsingborg.
- Närheten till Söderåsen, som i samhällsplaneringen måste framhävas och betonas.
- Goda kollektiva kommunikationer, med tågstationen placerad i centrum.

Åstorps kommun (2012) vill även satsa på att bygga villaområden nära sitt guldläge Söderåsen och då konkurrera med de kustnära städernas sjötomter.

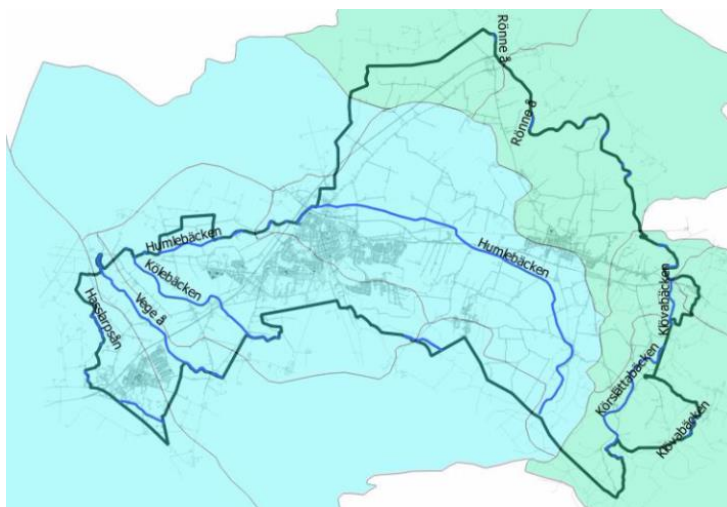
Åstorps kommun (2012) menar att bostadsmarknaden i Nord Västra Skåne kommer att förändras, liksom i hela Västra Skåne, eftersom de tillhör en större näringsgeografisk enhet. Detta kan vara positivt, men medför en del osäkerhet inom befolkningsutvecklingen i samtliga av kommunerna. Kommunen anser att det som avgörande för nettoinflyttningen beror på hur kommunen marknadsförs sig, placeringen i länet, serviceutbud, de kollektiva förbindelserna samt kulturliv och närheten till naturområden såsom Söderåsen.

### Nulägeskarta

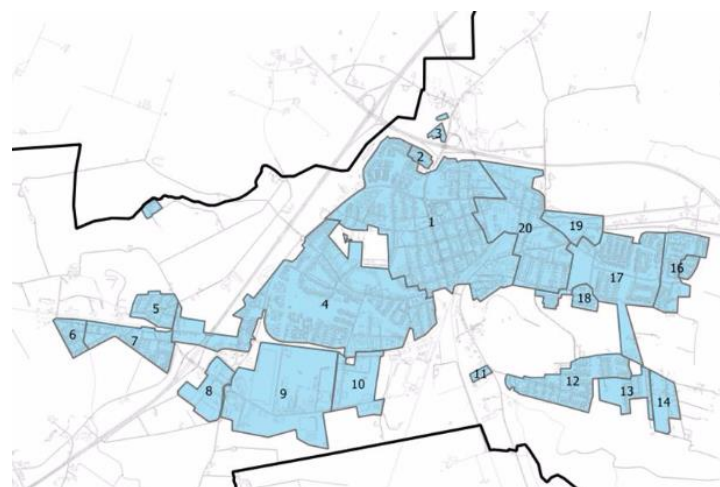
Avrinningen i Åstorp kommun sker till olika vattendrag. De två största, som är biflöden till Vege å, är Kölebäcken och Humlebäcken. Genom kommunen rinner det också fler mindre biflöden från Vege å och Rönne å, se figur 11. Åstorps kommun (2012) beskriver att de viktigaste vattendragen är Rönneån och Vegeån och att kommunen ingår i Vegeå vattendragsförbund. Kommunen förklarar att Humlebäcken är hårt förorenad från jordbruket på grund av näringsläckage, men åtgärder har vidtagits för minska föroreningsgraden. Enligt VISS - Vatten Information Sverige (2009a), har Humlebäcken dålig ekologisk status. Miljöproblemen är höga på grund av övergödning och syrefattiga förhållanden, miljögifter och förändrade habitat genom fysisk påverkan. Enligt VISS (2009b) har

Vege å måttlig ekologisk status och samma miljöproblem som Humlebäcken. Vege å och Humlebäck har ej uppnått god kemisk status, vilket t.ex. avser kvicksilver, vars halter i fisk överskrider EUs gränsvärden.

Åstorp kan delas in i olika avrinningsområden, beroende på var utloppspunkter finns för upptagningsområdet. En uppdelning har gjort utifrån detta av och har 32 stycken avgränsade avrinningsområden som leds ut till olika recipienter enligt figur 12. Alltså ett område per dagvattenutlopp.



Figur 11 visar Åstorp Kommun och vart åarna och bäckarna återfinns inom kommunen. Hämtad ifrån Fredrik Christensson .

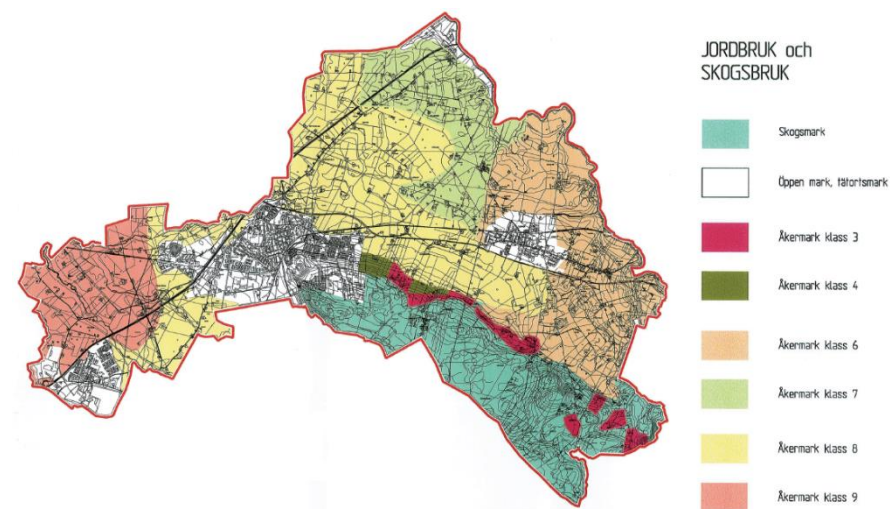


Figur 12 visar Åstorp tätort där det 20 områden, där område 1 återfinns Åstorp centrum. Hämtad ifrån Fredrik Christensson.

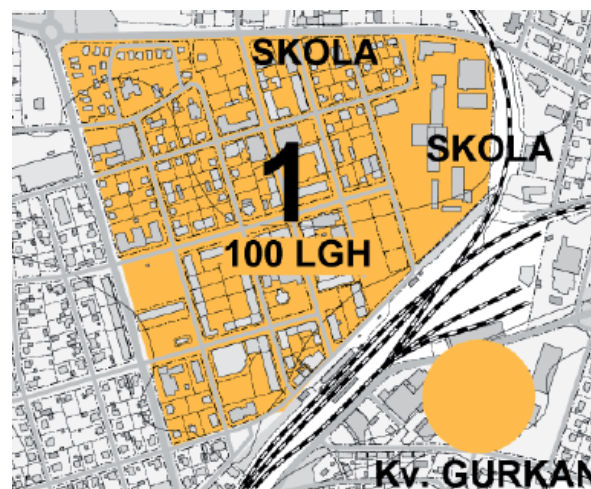
## Förtätningstrender

Förtätningstrenden har nått även Åstorp kommun, som har ett svårt läge med goda åkermarksklasser från 3 till 9 runt sig, enligt figur 13. Det har skapat idéer på förtätning av centrumkärnan när staden ska byggas ut. I ÖP 2012 skriver Åstorp Kommun att det sker en utveckling av Centrum med ca 100 lägenheter, se område 1 i figur 14. Kommunen menar att detta är ett bra område att förtäta och kan vara en god grund för hållbart samhällsbyggande, speciellt utifrån transportsynpunkt. Inför förtätningen har ett flertal efterforskningar gjorts för att undersöka möjligheter och förutsättningar ur samhällsbyggandsynpunkt, såsom stadsbild, geoteknik, trafikbelastning m.m.

Åstorps kommun menar att den framtagna grönstrukturplanen från 2012 bör vara ett stöd i arbetet med förtätning av stadskärnan, då den visar var viktiga grönområden och parker bör finnas samt vilka värden de ger befolkningen.



Figur 13, visar uppdelningen av jordbruk och skogsmark inom Åstorp Kommun. Hämtad ifrån Åstorp Kommun (2012, s 11).



Figur 14 visar exempel på förtätningstrenden inom Åstorp Centrum. Hämtad ifrån Åstorp Kommun (2012, 23).

### Dagvatten policy Åstorps kommun:

Åstorp Kommun har i samarbete med NSVA (2013), framtagit en dagvattenpolicy där man fastställt olika principer som ska hantera dagvatten vid både ny- och ombyggnationer på kommunal, statlig, samfällad och privat mark, vilka är: (s.5)

- Dagvattensystem ska utformas så att man undviker skadliga uppdämningar vid kraftiga regn.
- Dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar bebyggelsemiljön med avseende på upplevelser, rekreation, lek, naturvärden och biologisk mångfald.
- Dagvattensystem ska utformas med hänsyn till platsens förutsättningar, dagvattnets föroreningsgrad och recipientens känslighet. Förorening av dagvatten ska begränsas vid källan.
- Dagvattensystem ska utformas så att en så stor del som möjligt av föroreningarna avskiljs och bryts ned under vattnets väg till recipienten.
- Den naturliga vattenbalansen ska i möjligaste mån bibehållas.
- Dagvattenflöden ska reduceras och regleras så att belastning på ledningsnät och recipienter begränsas.
- Ledningar ska dimensioneras enligt Svenskt Vattens anvisningar<sup>2</sup> och med hänsyn till klimatförändringens effekter.

Åstorp Kommun har idag en bra grund att följa, då i deras dagvattenpolicy, (NSVA, 2013) står de grundläggande fakta som behövs. Där finns fakta om hur dialog och samarbete krävs under hela processen, (s.17). Dock saknas utvärdering och kontroll. NSVA beskriver också i policyn hur föroreningar i dagvattnet kan omhändertas, med hjälp av

---

<sup>2</sup> P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar, Svenskt Vatten 2004, P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Svenskt Vatten 2011, P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering, Svenskt Vatten 2011 samt framtida anvisningar från Svenskt Vatten.)

sedimentering, filterning eller växtupptag och nedbrytning från mikroliv(s.18), där NSVA också bifogat de vanligaste förekommande ämnena i dagvattnet(s. 31-33). De hänvisar till Svenskt vatten AB (2011) med förvaltning och drift för de öppna anläggningarna. NSVA (2013) skriver också kort om säkerhetsfrågor vid dammar samt vilka lagar och om ansvarsfördelningen för dagvattenanläggningarna (s.27-29, 34-36). Dagvattenpolicyn är ett bra underlag som möjligen behövs fördjupas i vissa delar såsom förvaltning och drift, då skötselmanualer samt tips och råd kunde inkluderas.

NSVA har även skrivit om riktlinjer och krav för olika bebyggelsetyper (s. 22-26), där det under varje kategori finns ett stycken om befintliga områden. Åstorps kommuns dagvattenpolicy är en god grund att arbeta utifrån. Den nämner det viktigaste och ger stöd åt det fortsatta arbetet med att föra in öppna dagvattenanläggningar till den urbana miljön.

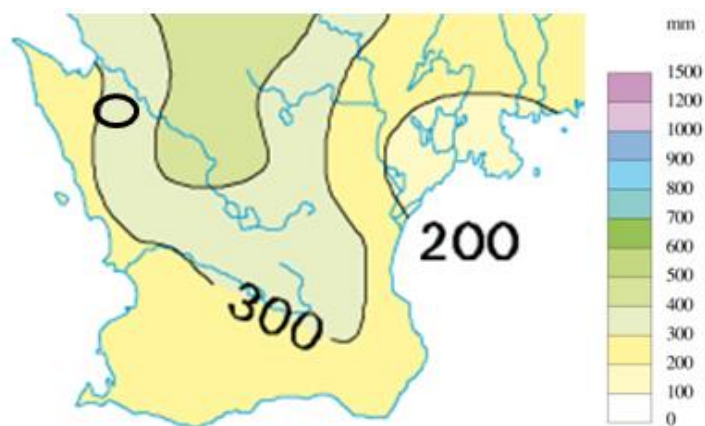
De ovan nämnda principerna för dagvattenpolicy ger utrymme för att integrera hållbara dagvattenlösningar i den tilltänka förtätningen av Åstorp centrum. Svederberg (2014) skriver att Åstorp kommun tillsammas med medborgarna fastställt en vision för centrum i Åstorp där de vill ta tillvara på följande: (s. 15)

- Levande goda livsmiljöer för invånare och besökare med personlig omtanke och inbjudande atmosfär.
- Trivsamma, trygga och välkomnande platser med aktiviteter och upplevelser som passar människor i alla åldrar.
- Småstadens nära fördelar med korta avstånd och gemenskap i ett natur- och stationsnära läge intill Söderåsens spets.
- Ett centrum som invånarna i Åstorp Söderåsstaden kan vara stolta över!

Att inkludera hållbar dagvattenhantering går att finna stöd för i både dagvattenpolicyn samt visionen för centrumutvecklingen i ÖP 2012. Detta för att mervärdet av hållbar dagvattenhantering bidrar med levande livsmiljöer och bidrar till ökad hälsa för medborgarna.

### Normal årsavrinning

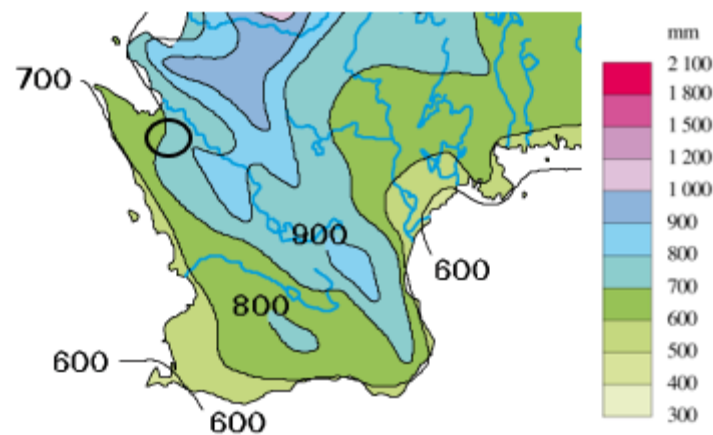
Åstorp är beläget i den svarta cirkeln i figur 15, från SMHI (2009a). Figuren visar en sammanställning för årsavrinningen under en normalperiod mellan 1961 -1990, då Åstorp får omkring 300 mm år.



Figur 15 visar den normala årsavrinningen för Skåne. Där den svarta ovalen ligger i vänstra hörnet är Åstorps ungefärliga placering.

### Normal årsnederbördsmängd

Åstorp är beläget i den svarta cirkeln i figur 16, från SMHI (2009b). Figuren visar en sammanställning för årsnederbörden för en normalperiod mellan 1961 -1990, där Åstorp får omkring 800-900 mm per år.



Figur 16 visar den normala årsnederbörden för Skåne. Där den svarta ovalen ligger i vänstra hörnet är Åstorps ungefärliga placering.



## Markförhållanden

NSVA (2013) beskriver att markförhållandena i Åstorp skiljer sig åt, med sand och grus i de östra delarna och med lera och silt i de västra delarna. Markförhållandena styr hur effektivt dagvattnet kan perkolera ner till grundvattnet. Åstorp består även av förorenad mark och gamla deponier som styr hur dagvattnet får hanteras, då östra Åstorp har skyddsområden för vattentäkt. Figur 17 visar en jordkarta på Åstorp centrum från ©Sveriges geologiska undersökning (SGU) och de jordmåner som finns lokaliserade där. Den visar att de platser som valts ligger inom de orange prickade området - d.v.s. postglacial sand.

En jordkarta ger en översiktlig bild och det kommer behöva göras kompletterande undersökningar (geotekniska) på respektive plats<sup>3</sup>. De kompletterande undersökningarna måste göras för även om det är sandjordar vid marklagret så kan underliggande lager vara ogenomsläppliga. Sandjordar har ofta hög genomsläpplighet men det man kan behöva kolla upp är kornstorleksfördelningen, då det i sandig morän ofta förekommer finmaterial<sup>3</sup>. Finmaterialets kornstorlek kan variera, men bidrar överlag till dålig infiltrationskapacitet. Innan undersökningarna genomförs bör projektledaren undersöka om det inte redan finns färdiga geotekniska undersökningar för platserna<sup>3</sup>.



Figur 17 visar en markförhållanden för Åstorps centrum, hämtad från © Sveriges geologiska undersökning. Under kapitlet bilagor finns hela © Sveriges geologiska undersökning Jordartskarta för Åstorp som tätort, som även innehåller förklarande text om kartan.

<sup>3</sup> Eva-Lou Gustafsson, Universitetsadjunkt SLU, Den 2015-05-05

## Platsbeskrivning

Urvalsprocessen gällande platserna i Åstorp Centrum började med planering inför ett besök, genom att studera en karta över Åstorp. Detta för att undersöka var centrumkärnan är lokaliserad, samt var centrala parkeringsplatser finns och var de kan utökas. Därefter gjordes det en rundtur genom stadens centrum, med start och slut vid tågstationen. Under rundturen genomfördes en platsbeskrivning och de intressanta platserna markerades med rutor i olika färger, se karta bredvid. Dessa tre platser har god potential för enklare förändringar som skulle göra det möjligt att skapa en hållbarare/långsiktig dagvattenhantering.



**Karta 1 Områdenas placering, Källa: Kartdata © 2015 Google, Återskapad av författaren.**

Intrycket från Åstorp Centrum, trots att det var en mulen dag i april, var gott och staden kändes levande och full av rörelse. Det märktes att det var bilen som var i fokus då parkeringsplatser dominerade gatorna. De större gatorna som går genom samhället hade trädalléer, både nya och gamla, där prydnads körsbärsträd var dominerade. Längs kanten av de

olika huvudgatorna, exempelvis *Storgatan* finns det rännalsplattor som samlade och transporterade dagvattnet mot dagvattenbrunnarna.

Lutningen på centrum var intressant, då det är en genomgående sluttning från söder mot norr, med variationer på höjdsättningar inom bebyggelsen, se karta 2, där blå pilar visar lutningens riktning.

Ett intryck som hängde kvar efter besöket, var det stora antalet gratis parkeringsplatser. Där fanns placeringsmöjligheter på alla gator inom centrum, förutom på ett fåtal platser där det var korttidsparkering.



**Karta 2 Avrinningsriktningar Källa: Kartdata © 2015 Google, Återskapad av författaren.**



## Plats 1. Nya Torg



Karta 3 Källa: Kartdata © 2015 Google, Återskapad av författaren.

Bra parkeringsyta då markbeläggningen består av smågatstenar med bra fog bred.

Platsen är omgiven av höghus med 2 - 3 våningar med lägenheter samt en vårdcentral och en restaurang. Ytan är ca 5500 m<sup>2</sup> och anser att platsen är dåligt utnyttjad. Grönskan omringar parkeringen och ger en känsla av att man delat en park för att göra mer plats för parkering. Träden på platsen är äldre och betydligt större/högre än på andra platser och består av en allé av lind och sedan en bok samt en blandning av ett fåtal vintergröna träd. Nedanför träden finns en gräsmatta som är gles då träden troligen skapar skugga under sommarhalvåret och är en skuggig och fuktig plats. Grönskan kantas av kantsten och förhindrar avrinning från parkeringsytan och platsen har ett fåtal dagvattenbrunnar.

Platsen kan förändras och skapa fler mervärden för de boende i flerfamiljshusen runt om.



Bild 1 Källa Författaren

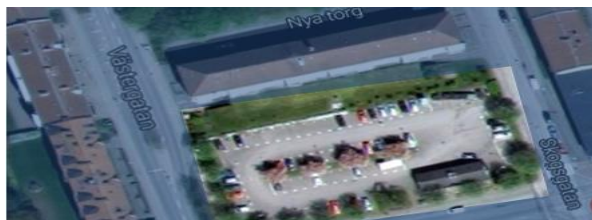


Bild 2 Källa Författaren



Bild 3 Källa Författaren

## Plats 2. Parkering.



Karta 4 Källa: Kartdata © 2015 Google, Återskapad av författaren.

Platsen ligger centralt och är nära till shopping med småaffärer. Parkeringen är omgiven av flerfamiljshem, och centrala gator. Själva parkeringen har en stark lutning mot Skogsgatan och två - tre synliga dagvattenbrunnar. Den tredje ligger vid infarten på Skogsgatan och har utsatts för tjälskador och sättningar. De andra två ligger inom parkeringen och även en av dem har utsatts för tjälskador i kanterna. Parkeringen har grönska som en ram runt sig och även en upphöjd refug i mitten där det finns gräs och några körsbärsträd. Dessa gröna ytor kantas av kantsten på ca 10 cm och hindrar möjligheten för infiltration i gräsmattan.

Platsen har goda möjligheter att förändras för en hållbar dagvattenhantering.



Bild 4 Källa Författaren



Bild 5 Källa Författaren



Bild 6 Källa Författaren



Bild 7 Källa Författaren



### Plats 3. Storgatan

Platsen har en färdig planlösning med rännalsplattor som leder mot dagvattenbrunnar, bra höjdsättning och lutningar från mitten av vägen mot sidan och trottoaren. Kanten av gatan domineras av parkeringsplatser och en allé med körsbärsträd med minimala växtbäddar, men inga synliga påkörningsskador på trädstammarna utifrån en snabb kontroll (såg inga skador som fångade min blick). Trädens växtbädd hade olika beklädnader, i form av grus och kullersten. Kantstenen runt var ca 10 cm hög och hindrar infiltrering i växtbädden samt kantstenarna var utsatta för påkörningar.

Gatans slitlager bestod av asfalt och av betongplattor på trottoarerna. Dagvattenbrunnarna var jämt fördelat längs gatan som är ca 500 m lång och ca 10 m bred.

Platsen har goda möjligheter att förändras för en hållbar dagvattenhantering.



Karta 5 Källa: Kartdata ©2015  
Google, Återskapad av författaren



Bild 10 Källa Författaren



Bild 9 Källa Författaren



Bild 8 Källa Författaren

# DEL III

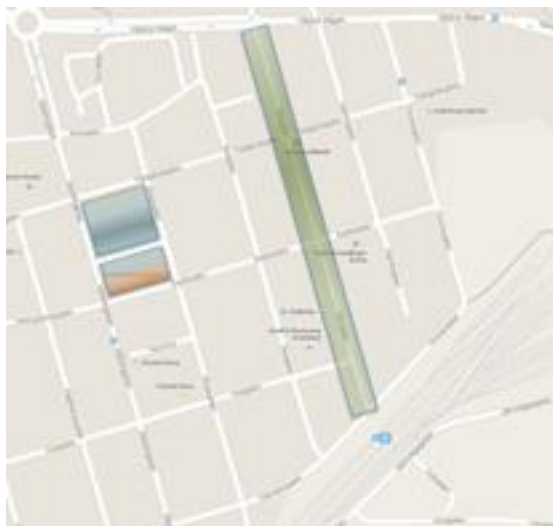
---

Åtgärdsförslag. Nedan följer de förslag som skapats.

Avgränsningen till 3 specifika platser tillkom efter ett besök hos kommunen, då de ansåg att dessa platser går att applicera ut över hela Åstorps kommun. 'Standardplatser' kan sägas, då det finns många liknande ytor i hela kommunen.

## Åtgärdsförslag

I denna del återfinns resultatet från sammanslagningen av teoridelen och nulägesanalysen. Det kommer att presenteras genom förslag på förändringar på de platser som finns beskrivna inom kapitel *Platsbeskrivningar* inom Del II - Nulägesanalysen. Det finns en del begränsningar såsom exakta kostnader för anläggningar och drift, då dessa är svåra att finna uppgifter om. Dessutom bör det ske omberäkningar på avrinningen för att säkerställa att dimensionering och års-regn valts korrekt. Även extra beräkningar på flödes hastigheter och andra kompletterande undersökningar (b.la. geotekniska) måste göras.



Karta 6 Kartdata © 2015 Google, Återskapad av författaren

Alla förslag som förklaras/ beskrivs nedan skall kompletteras med informationsskyltar som beskriver både kort och informations rikt om varför Kommunen valt att förändra ytorna på detta vis. Efter de tre platserna samlas information om speciella skötselråd och vinteraspekter, som är liknade för samtliga förslag på förändringar.

## Plats: Nya Torg

### Platsens möjligheter och begränsningar

Nya Torg är en intressant plats, då det är en parkering inom en mindre park. Platsen har idag en möjlighet att kunna förändras mot att både bli en park och en plats för hantering och fördröjning av dagvattnet från omkringliggande områden. Själva ytan är ca 4411 m<sup>2</sup> och har en upphöjning från omkring liggande vägar och flervåningshus.

Det finns goda möjligheter för avrinningen och ytanslutningen har redan färdiga lågpunkter idag och dessa brunnar är belägna vid parkeringens utkanter.

Enligt kommunen så var tanken bakom Nya Torg att det skulle bli en park och bilda ett grönstråk mot Söderåsen. Platsen avger idag en känsla att det kan bli mycket mer än bara en parkering. Det finns bra förutsättningar för att utöka grönska och plantera fler träd för skapandet av en dubbel allé. Och eftersom det tillförs nya träd bidrar det till en föryngring av växtmaterialet, då befintliga träd är runt 20-40 år. Det kan även tillföras nya arter av träd då Lind inte behöver vara den domanta arten. Det kan tillföras andra trädarter vars inspiration och urval kan hämtas från Söderåsen.

En begräsning är att det idag finns stora, ståtliga, friska träd som omringar platsen likt en allé. Problemet är att höjdnivån på parkeringen är högre än vägarna runt om så dagvattnet från vägen kan inte nå grönområdet, utan att det skulle behövas ommoduleringar som träden troligen hade reagerat negativt på. Dock kan det lösas genom att låta träden stå kvar i samma höjd, men sänka omkringliggande ytor. Det kan möjligen ses som en begräsning att en del av parkeringarna försvinner. Men det finns fortfarande tillåten parkeringar på vägarna runt omkring och en speciell parkering för vårdcentralen.



## Förändring

Genom enkla resurser kan området förvandlats till en mer tilltalande plats.

Genom att förändra höjdsättningen inom grönstråket kan ett svackdike skapas, med förslagsvis en slingrad form. Bräddavlopp placeras inte vid lägsta punkt utan placeras på den höjd där dagvattnet maximalt får stiga till. Det ska inte placeras i svackdikets lågpunkt, då dess funktion minskas.

Den befintliga upptrampade gången, som var beläggen i ena hörnet av parkeringen, ersätts med en brokonstruktion för att förenkla framkomligheten för besökare. En brokonstruktion behövs då svackdiket bidrar med en svag lutning som kan försvåra framkomligheten, samt att svackdiket bitvis är fyllt med dagvatten.

Själva parkeringen får omlagt slitlager med ny underbyggnad som är mer genomsläpplig, därefter byts även fogmaterialet ut mot mer storkornigt material (< 2 mm). Till den enskilda parkeringen för vårdcentralen som är i samma nivå som vägen, byts slitlagret mot hålsten. Fogen kan fyllas med storkornigt material (< 2 mm) eller med gräs.

De nya träden placeras likt en allé för skapandet av en helhet av platsen.

*Det kan ge en lugnande känsla att trädkronorna skapar ett nytt rum.*

Artvariationen bör variera istället för att endast införskaffa Lind.

Inspiration om andra arter finns att hämta ifrån Söderåsen. Det kan vara arter såsom Bok, Avenbok, Lönn m.fl. Anledningen till att skapa en varierande allé är för att bidra till den biologiska mångfalden, samt om en art blir angripet av sjukdom blir inte hela allén angripen.

Eftersom markytan mellan träden kommer att skuggas behövs det växtmaterial som klarar fuktigt till blött, men som ändå ska ändå klara torrare perioder under sommaren, då troligen marken kommer torka trots skuggan från träden. Därför föreslår jag en blandning av både torrtåliga och de som klarar fuktigare förhållanden. Borta vid lekplatsen där barnen får ny lekplats-utrustning samt en mindre bro, finns det även smultron som barnen kan plocka.

Den nya lekplatsen som placeras i parkeringens ena hörna, får gärna ha någon anknytning till Södersåsen. Man kan möjligen hämta inspiration från Skärals naturrum, eller att lekplatsen består av naturliga material såsom trä och barkflis. Platsen bör inte innehålla material såsom plast eller gummiastfalt. Barkflis bör kontrolleras hur det förhåller sig till bestämmelser för fallunderlag. Annars bör alternativ såsom gummiastfalt ha liknade färg, för att påminna om naturen och förbättra tillgängligheten.

## Sammanfattning förändringar

- Nedsänkt lågpunkt i grönområdet
- Bräddavlopp placeras på maximala tillåtna höjd för dagvattnet.
- Ny brokonstruktion i ena hörnet för förenklad framkomlighet.
- Ny fogbredd med genomsläppligt fogmaterial mellan smågatsten
- Nytt slitlager för vårdcentralens parkering, hålsten med gräsfogar
- Ny trädplantering, samt nya arter
- Ökad vegetation runt kanterna i svackdiket, mestadels skuggtåliga och torktåliga arter. Mycket prydnads gräs.
- Ny lekplats i ena hörnet av parkeringsytan, vars stil gör en påmind om Söderåsen. Gärna av trämaterial.
- Inga upphöjda kantstenar inom eller som omringar platsen

## Extra förändringar

- Utökad grönyta, då ungefär halva parkeringen omvandlas till ny grönyta.

#### Resultatet av förändringen i ytavrinning<sup>4</sup>.

Ytavrinningen för ett 10 årsregn på platsen idag är 4,3855 l/s då endast själva torget är inräknat med sina 0,6 hektar. Det betyder att ytan inte har hög ytavrinning som lämnar området och belastar dagvattenledningarna. Dock kan förändringarna bidra till en minskning på 0,7 [l/s] och ytavrinningen blir 3,618 [l/s]. Om gör en extra förändringringen genom att omvandla halva parkeringsytan till grönmark blir det en betydlig skillnad på 2,7 l/s och ytavrinningen minskar till 1,6 l/s.

Om man gör uträkningar till ett tio årsregn som varar i 60 min enligt Dahlström (2010) blir ytavrinning 15,7 m<sup>3</sup>/h för den nuvarande ytan och med förändringarna blir det en ytavrinning 13,02 m<sup>3</sup>/h eller 6,02 m<sup>3</sup>/h för den extra förändringen.

Det som är värt att fundera på är att om Nya Torgs omkring liggande asfaltsvägar också får avrinna mot grönytorna blir det en markant skillnad på den minskade avrinningen för hela området. För att denna förändring ska bli möjligt måste höjdsättningen mellan trottoarer, vägar och grönytor förändras, så dagvattnet kan nå grönytorna, då det idag är det en hög trottoarkant mellan vägarna och Nya Torg. Därtill är asfaltsvägar och trottoarer idag utsatta för tjälskador som behöver åtgärdas inom en snar framtid. Därför vid en förändring av Nya Torg föreslår jag att samtidigt förändra höjdsättning på omkringliggande ytor och samtidigt förändra beläggning mot mer genomsläppliga material. Dock är det ingen uträkning uträkningen gjord för detta, men nya torg bör ses som en möjlighet att omhänderta hela närliggande vägars dagvatten.

---

<sup>4</sup> Resultatet av dessa beräkningar kan bli annorlunda beroende på vilka avrinningskoefficienterna som fastställs, därför skall mer exakta uträkningar göras av kommunen för få mer exakta värden. Uträkningarna är gjorda efter formel 1 och värdena från tabell 2, samt värden från Dahlström (2010).

## Visions bilder

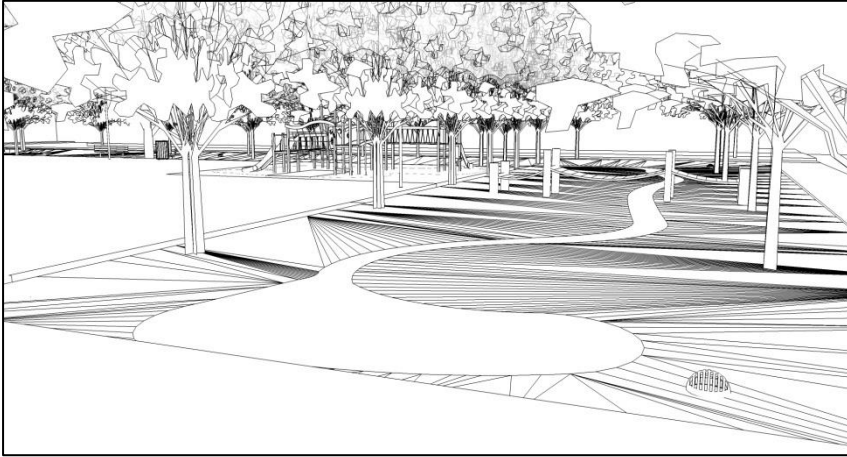


Bild 12 Skiss av svackdike och lekplats. Skapad av författaren



Bild 13 Svackdiken med vattenspiegel efter regn och placering av bräddavlopp, Skapad av författaren,



Bild 14 Översiktsbild för nya torg. Skapad av författaren,



Bild 11 Extra förändring med extra grönyta, Skapad av författaren

## Plats: Parkering

### Platsens möjligheter och begränsningar

Området Parkeringen är en relativt tråkig plats idag vars totala yta är ca 3000m<sup>2</sup>. Området har en viss lutning mot utfarten och asfalten är tjälskadad. Parkeringen används troligen av boende i området, men inte de som ska besöka affärer eftersom de troligen vill parkera så nära som möjligt. Annars är parkeringens placering bra för centrumets verksamheter och servicekontor. Det är även litet avstånd mellan området Parkeringen och Åstorps centralstation.

Platsen har goda möjligheter att utvecklas. Eftersom slitlagret (asfalten) har tjälskador och kan behöva anläggas om, ger det möjlighet till en förändring av ytan. Platsen har idag stora träd; både körsbärsträd och en annan art som omringar parkeringen som en allé. Träden är ca 10-20 år, möjligen äldre. Några har påkörningsskador på stammarna och bör bytas ut. En eventuell föryngring av hela trädplanteringen kan vara lämplig, då gräsrefugernas höjdnivå bör sänkas för att bli mer mottaglig för dagvattenavrinning. Genom att plantera nya trädarter bidrar det positivt till den biologiska mångfalden och i valet av arter kan inspiration hämtas från Söderåsen.

Begränsningar för platsen är att träden som finns på plats idag är friska och troligen är körsbärsblommor populärt och uppskattat. Sedan finns det en begränsning då själva parkeringen har god lutning åt ett håll, vilket måste moduleras om för att dagvattnet ska kunna nå grönområdena runt om parkeringen. Även nedsänkningen av refugerna kommer påverka träden negativt, speciellt deras rötter. Det som kan lösa det problemet är att bredda själva refugen och låta körsbärens stam stå på samma höjdnivå, likt de står på en kulle.

En annan begränsning är att antalet parkeringsplatser möjligen kommer minska, beroende på om refugernas bredd ökar. Det skulle leda till minskad yta mellan parkeringsplatserna som kan komplicera backningen

av fordonet. Dock tror jag att grönytorna kan öka mer än vad jag gjort i mitt förslag och om refugen breddas kan parkeringarna snedställas för att underlätta utbackning.

Huset som finns inom områdets gränser har räknats med i uträkningar, men eftersom det är privat ägare så har inte förändringar, såsom utplacering av gröna tak, gjorts.

### Förslaget

Genom att förändra höjdsättningen på gräsrefugerna skapas en sorts svackdike eller en form av Bioretentions anläggningar- *stormplanters i större skala*. I varje nedsänkt refug finns ett bräddavlopp som inte placeras vid lägsta punkt utan placeras på den höjd dit dagvattnet maximalt får stiga. Det kan ske genom att själva utloppet är upphöjd från markytan. För att minska risken för nedkörningar eller skador på träden, placeras det ut träräcken, som ger föraren ett synligare stoppmärke. Inom refugen längs grönytorna längs sidorna så skapas det en extra nedsänkt yta. Tanken är att kunna låta vattnet samlas under kortare perioder och infiltreras genom marken. Här lämpar det sig att tillföra extra perennplanteringar för att höja de estetiska och ekologiska värdena för platsen. *Det lämpar sig bättre i de nedsänkta refugerna att plantera perenner än att låta skötselpersonalen klippa med trimmer (refugen i mitten)*

Själva parkeringen får nytt slitlager samt en genomsläpplig underbyggand. Det nya slitlagret kan antingen vara hålstén med fogmaterial av storkornigt material (< 2 mm) eller med gräs. Med gräsfogar blir platsen grönare fast måste skötas och klippas oftare, vilket kan skapa bekymmer när bilar står parkerade. Den andra varianten är genomsläpplig asfalt. Genomsläpplig asfalt kräver också lite ovanlig skötsel då den måste sopas och sugas ren från finkornigt grus som kan sätta igen porerna i anläggningen. *Troligen är den genomsläppliga asfalten mest lämplig för platsen, p.g.a. av den svaga lutning platsen har.*

En Aco Drain<sup>5</sup> tillförs vid utfarten från parkeringen, då det är områdets lågpunkt för om möjligt leda dagvatten till den nedsänkta refugen. Det bör göras för att hindra att områdets dagvatten avrinner ut till gatans brunn och minskar extra belastning på gatans ledningssystem. Om inte det är möjligt får den likt bräddavloppen, bli påkopplad mot avloppsledningen.

### Sammanfattning förändringar

- Nedsänkning av alla gräsrefuger och inga upphöjda kantstenar.
- Synliga träräcken, för tydligare stoppmärke, istället för upphöjd kantsten.
- Nya träd och perennplanteringar.
- Extra nedsänkt yta inom refugerna, med perennplanteringar.
- Nytt genomsläppligt slitlager och underbyggand, två varianter.
  - Hålsten grus eller gräs.
  - Genomsläpplig asfalt.
- Förändra höjdsättningen för leda dagvattnet mot refugerna.
- Aco Drain tillförs vid utfarten.

#### **Inte inkluderar men förslag på utökad förändring:**

- Öka bredden på mittrefugen för bevarande av befintliga körsbärsträd.
- Förändra parkerings mönster för förenkla utbackning av fordon.

### Resultatet av förändringen i ytavrinning

Idag är ytavrinningen efter ett tioårsregn 3,8 l/s för parkeringen. Med de förändringar som föreslås ovan så blir det en minskning på 2,5 l/s och ytavrinningen blir då 1,25 l/s. Här valdes relativt höga avrinningskoefficienterna för ytbeläggningen då båda varianterna som

kan väljas, lades på samma värde. Därför vid noggrannare uträkningar<sup>4</sup> kommer troligen ytavrinningen minska ytterligare.

Om man gör uträkningar till ett tio årsregn som varar i 60 min enligt Dahlström (2010) blir ytavrinning för platsen idag 13,7 m<sup>3</sup>/h och med förändringarna blir det en minskning på 9,19 m<sup>3</sup>/h och ytavrinning blir 4,51 m<sup>3</sup>/h.

---

<sup>5</sup> Aco Drain<sup>©</sup> är en nedsänkt fåra som fungerar likt en rännalsplatta, fast djupare och ofta kompletterat med en överliggare i metall.



## Visions bilder



Bild 18 Extra nedsänkt yta inom refugen med extra perennplantering, Skapad av författaren



Bild 17 Vid utfart placeras Aco Drain© som leder vattnet till refugerna, Skapad av författaren

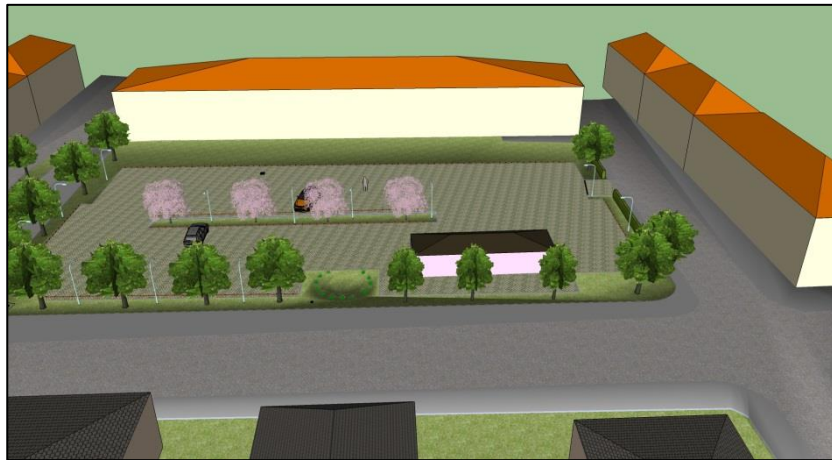


Bild 16 Översiktbild av Parkeringen, Skapad av författaren



Bild 15 Nedsäkna refuger med trädräcken istället för kantsten, Skapad av författaren

## Plats: Storgatan

### Platsens möjligheter och begränsningar

Storgatan är en väldigt lång och bred yta att hantera, då den skär rakt igenom Åstorp centrum, från centralen till biblioteket. Den totala ytan är ca 8439 m<sup>2</sup>, exkl. omkringliggande tak, eftersom de är kopplade till stuprör som går ner direkt under marken och avrinner inte direkt på ytan.

Storgatan är idag en sliten och grå miljö. Den växlighet som finns är några trädplanteringar samt lite planteringar vid olika entréer. Eftersom Storgatan är en huvudgata i Åstorp Centrum borde den göras om för att bli en form av paradgata, samt utgöra en första etapp mot skapandet av en grönlinje mot Söderåsen. Det saknas idag en tydlig koppling från Åstorps centralstation och hur man sedan kan ta sig vidare till Söderåsen, för bil, cykel och gående. Därför tror jag Storgatan har stor potential att både omhänderta sitt dagvatten samt bli en etapp på den 'gröna linjen' mot Söderåsen.

Storgatan har goda förutsättningar att bli ett intressant inslag i Åstorps tätort. Det finns många olika möjligheter att förändra platsen på, men nedan finns beskrivet det alternativ jag tänkt mig. Platsen har goda förutsättningar med bra höjdsättning med en lutning mot båda sidan av körfälten, där vattnet fångas och samlas av rännalsstenar. Lutning och rännalsstenar är kvar i förslaget, då de utgör en bra grund att bygga vidare på.

En annan möjlighet är behovet att förbättra och förnya trädplanteringarna längs vägen. Eftersom trädplanteringar längs sträckan inte är i gott skick, p.g.a. av påkörningar både på kantstenar och trädstammar, bör därför trädplanteringar med körsbärsträd bytas ut mot nya trädarter och samtidigt utöka växtbäddarna volym för att skapa en bättre livsmiljö för trädet.

De begränsningar som finns på platsen är bland annat antalet parkeringsplatser längs hela sträckan. Återigen ställs förslaget i frågan om hur många p-platser som kan ersättas med en yta för hantering av dagvatten. Att minska antalet parkeringsplatser kan till exempel mötas med ro, då det finns andra platser att parkera på. Eller så kan förslaget mötas med irritation, då p-platser anses vara viktigare. Därför är det på platser som Storgatan viktigt att informera befolkningen med hjälp av skyltar om varför förändringen sker och vilken nytta det bidrar med.

En annan begränsning kan vara borttagningen av körsbärsträden, då deras blomsterprakt är väldigt uppskattad. Även om blomningen endast varar i ca två veckor. Kanske kan man se fördelar med att med hjälp av andra växter förlänga blomstertiden över hela växtperioden och då möjligen kompensera körsbärsblomsterprakten.

### Förslaget

Beläggningar på trottoaren förändras mot genomsläppligt material och underbyggand, då i första hand betongplattor med genomsläppligt fogmaterial. Det bidrar med en yta som ser ut som traditionella betongplattor fast med en något mer större fog. Beläggningen är inte densamma som hålsten, som ofta har något bredare fog, utan ska mer efterlikna beläggningen på Gamla Torg, framför kommunhuset, som är beläget bredvid Storgatan.

Genom att skapa en form av Bioretentions anläggningar- *stormplanters* fördelat längs vägens sträcka, kommer det ungefär behövas 21 st<sup>6</sup>. för att effektivt fördröja dagvattnet. Det kommer även att bidra med ökad biologisk mångfald samt öka det estetiska värdet för platsen. Anläggningen har ett mått på 3 m långt, 2 m brett och ett total djup på 1,5 m, där ca 0,3m är synligt djup.

---

<sup>6</sup> Uträknat enligt formeln infiltrationsbäddensyta  $af = \frac{Vt * L}{k(h+L)t}$



Beroende på bredden på anläggningen kan den användas för sänka hastigheten på den trafik som finns på Storgatan, genom att några av anläggningarna ökar i bredd och fungerar som väghinder. Utformningen kan ske på olika sätt, t.ex. att två anläggningar tillsammans smalnar av vägen eller med en enkel som är sin dubbla bredd och endast släpper igenom en bil i taget och det blir väjningsplikt.

Anläggningens utformning kan variera genom att antingen vara som ett stort sandfilter eller vara mer av en mer näringsrik växtbädd. I detta förslag ser jag det först nämnda som mest fördelaktigt för platsen, för att få bästa rening av dagvattnet, då sandfilter kan fungera som en planteringsbädd också, men utan den traditionella matjorden. Fördelaktigt fungerar även anläggningarna som en fördröjningsanläggning och bräddavloppet är påkopplat till dagvattenledningsnätet.

För att förhindra att bilarna, som kan parkera mellan anläggningarna, kör ner i anläggningen ska det vara en speciellt utformad kantsten. Kantstenens utformning är speciell då den är upphöjd men har extra avbrott, nedsänkningar eller fickor så dagvattnet kan nå anläggningen. Kantstenens funktion är att markera att något nytt dyker upp och är en säkerhetsåtgärd.

Utöver Stormplanter anläggningarna så kan även beläggningen på vägen förändras och bli mer genomsläpplig. Asfalten byts mot genomsläpplig asfalt och parkeringarna längs sidan byts mot hålsten med genomsläpplig fog eller med gräsfog.

Det som inte har inkluderats är takvolymerna som är kopplade direkt till avloppen. Att istället då koppla stuprören till mindre bioretentions anläggningar som är synliga upphöjda synlig ovan jord likt en upphöjd planterings låda. Dessa skulle sedan kunna leda till stormplanterers anläggningarna skulle bidra ytterligare fördröjning och av belastning på dagvattenledningarna.

### Sammanfattning förändringar

- Behållande av samma lutning och höjdsättning.
- Inga upphöjda kantstenar som kan förhindra dagvattnets avrinning mot anläggningarna
- Ny fogbredd med genomsläppligt fogmaterial på trottoarens betongplattor.
- Ny trädplantering, samt nya arter
- Ökad vegetation mestadels torktåliga arter. Mycket prydnads gräs.
- Bräddavlopp placeras på maximala tillåtna höjd för dagvattnet inom stormplanterers anläggningarna.
- Några utvalda anläggningar får en variation på bredd för minska hastigheten på fordon

### Extra förändringar

- Körbanans asfalt byts mot genomsläpplig asfalt
- Parkeringsplatser mellan anläggningarna byts mot hålsten med genomsläpplig fog.

### Resultatet av förändringen i ytavrinning

Den totala ytavrinningen efter ett tioårsregn för storgatan ligger runt 39,3 l/s, vilket är betydligt högre än de andra två platserna. Detta beror på att princip hela storgatan markbeläggning är hårdgjord. Efter de förändringarna som föreslås blir det en skillnad på 7,86 l/s och ytavrinningen blir 31,52 l/s. Om dock även beläggningen förändras (de extra förändringarna) så blir det en betydligt högre skillnad på 26 l/s och ytavrinningen blir 12,69 l/s.

Om man gör uträkningar till ett tio årsregn som varar i 60 min enligt Dahlström (2010) blir ytavrinning för platsen idag 141,8 m<sup>3</sup>/h och med förändringarna blir det sänkt till 113,4 m<sup>3</sup>/h och med de extra förändringarna 45m<sup>3</sup>/h.

## Visions bilder

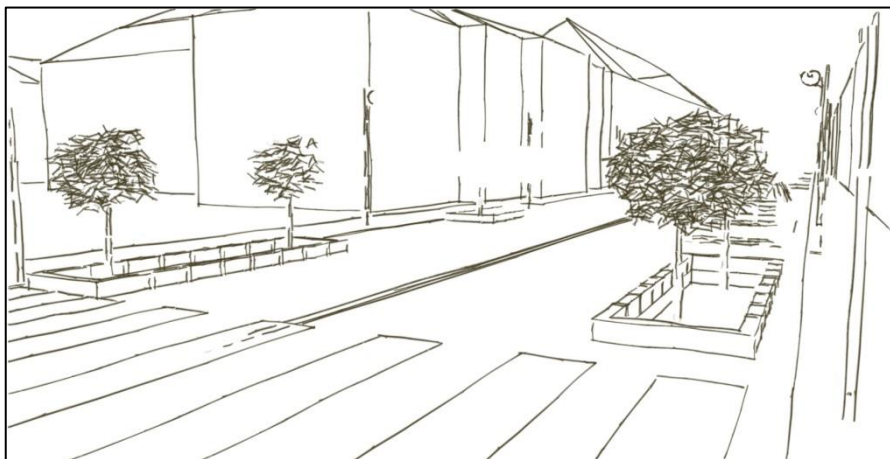


Bild 21 Skiss på visionsbilden för framtidens storgatan, Skapad av Författaren,

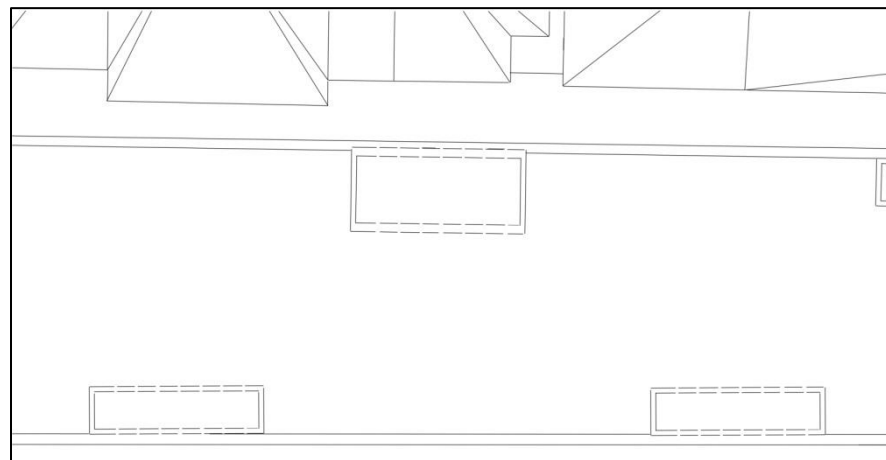


Bild 22 Översiktsskiss som visar möjligheten att skapa väjningshinder för att skapa en påverka trafikens hastighet, Skapad av författaren



Bild 19 Förslag på utformning av anläggningarna med raka former för fortfarande skapa en möjlighet för att parkera längs gatan., Skapad av Författaren,

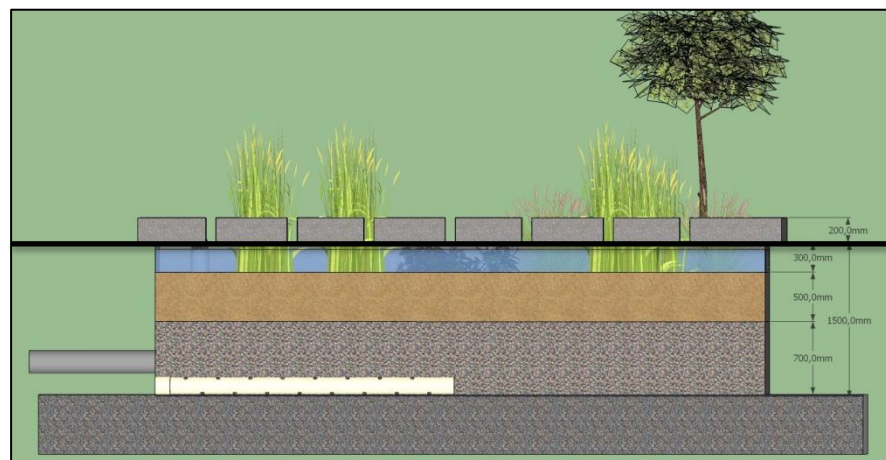


Bild 20 En Sektionssnitt av anläggningens uppbyggand. Markytan föreställs av det svarta sträcket. Röret leder vattnet vidare till annan anläggning eller ansluter till dagvattenledningarna samt dräneringsrör i botten. Om terrassen under är geneomsläpplig behövs det inte en geotextil. Skapad av Författaren,

## Skötselråd

Nedan samlas skötselråd för samtliga platser. Dessa skötselråd kan fördelaktigt sammanföras med den dagliga grönskötseln. Det är viktigt att förstå att förvaltningen och driften för de olika anläggningarna för att säkerställa att de bibehåller sin funktion.

### Typ:

- Åtgärd, Tidintervall

### Återkommande underhåll:

- Beskrining och trimning av träd, *Vartannat år*
- Borstning och dammsugning av slitlagret/ genomsläppligbeläggning, *Sker efter tillverkarens rekommendationer ca tre gånger per år/ period - vinter, sommar, höst/ samt vid behov.*
- Borttagning av ogräs (oönskat material), *Efter behov, förslagsvis samanslaget till annat moment som 'Skötsel av annan vegetation'.*
- Borttagning av skräp från område samt vid in- och utlopp. *Intervall och vid behov, efter kraftig storm*
- Borttagning av störande föremål (hängande grenar eller dött växtmaterial), *Månadsvis eller vid etablering/ vid behov.*
- Gräsklippning för bibehållande av angiven gräshöjd (bestäms i skötselmanual). *Intervall eller månadsvis vid växtperiod.*
- Mulching - ta bort och ersätta, *Årligen*
- Skötsel av annan vegetation såsom perenner, träd och prydnadsgräs. *Månadsvis eller vid etablering<sup>7</sup>/ vid behov.*
- Städning av Aco Drain© från löv och annat material ifrån, *Vid behov*

---

<sup>7</sup> Att ta i beräkningen om etableringstid är att det tar upp till 2 år och en följande höstsäsong för att vegetationen blir ordentligt etablerad (EPA, 2008). I Sverige är etableringstiden olika men bör vara runt 2-3 år för bästa resultat. Tiden kan pågå längre beroende på läge, syfte och typ av vegetation. Träd kan fördelaktigt få längre etableringstid.

- Tillsyn av hålsten och klippning av gräsfogar , *Vid behov*
- Uppsamling av skräp och organiskt material, *Vid behov under period.*

### Enstaka underhåll:

- Borttagning av ogräs, *Efter behov eller intervall*
- Extra tillsyn av vegetation under etableringstiden (vattning m.m.), *Veckovis under etableringsfasen, därefter över går det till 'Återkommande underhåll'.*
- Komplettering av dött material, *Årligen*
- Kontroll om dålig tillväxt av vegetation samt borttagning av skuggande växlighet eller löv som påverkar tillväxten, *Årligen*
- Omsådd av gräs, vid barmark eller skada som är över 10 % av ytan, *Årligen*
- Underhålla och klippa angränsande områden, *Efter behov*
- Uppsugning av grus från halkbekämpning, *Årligen och efter vinterhalvåret*
- Vattning av vegetationen, *Efter behov beroende av växt val, samt vid långvarig torka.*

### Korrigerande åtgärder:

- Borttagning av skador eller silt som täcker vegetationen till ett djup på ca 50mm för att förhindra packning av jordytan, *Vid behov.*
- Lagning av sättningar, spårbildning eller spruckna trasiga block som sänker anläggningens funktion, *Efter behov*
- Rehabilitering av mark och underbyggand om infiltrations prestanda minskar, *Efter behov*
- Reparation vid erosion eller annan skada, *Efter behov*
- Ta bort intill liggande vegetation som förhöjts över vägens höjd, *Efter behov*
- Undersöka och kontrollera status på vegetationen samt ersättning av dött material, *Årligen*

### Kontroll + efter storm:

- Inledande kontroller, *Ca 3 månader efter installation*
- Inspektera avvattningstiden infiltrationsytors kapacitet.  
*Månadsvis/Efter storm*
- Inspektera efter sediment ackumulationer, *Årligen*
- Inspektera inlopp, utlopp och bräddningsavlopp för blockeringar, ofta tydligt om det behövs, *Månadsvis, efter kraftig storm*
- Kontroll av dräneringsrör, *Årligen*.
- Kontroll av tecken på dålig funktion/ogräs tillväxt, vidta korrigerande åtgärder, *3-månads, 48 timmar efter stora stormar,*
- Kontrollera stående vattenbildningar, *Månadsvis, efter kraftig storm*
- Lagning av sättningar, spårbildning eller spruckna trasiga block som sänker anläggningens funktion, *Efter behov*
- Mäta av pH, främst ytor med stående vatten, *Årligen*.

### Vinter aspekter

Om halkbekämpningen förekommer i form av grusning, bör detta sugas upp efter vintersäsongen för att inte försämra anläggningars funktion, då det genomsläppliga materialets hålutrymmen (porerna) sätts igen och anläggningen inte kan infiltrera dagvatten. Gäller båda två varianterna: Genomsläpplig asfalt eller hålsten med genomsläpplig fog, som återfinns på trottoaren, parkeringsplatserna och körbanan. Det gäller även att ta upp gruset från stormplantern för att inte förhindra anläggningens funktion.

De två större parkeringsytorna lämpar sig vara upplag för snödeponi. Förslagsvis så reserveras delar av ytan till snödeponi, med då tidvis parkeringsförbud. Om medborgare finner detta oacceptabelt, råder jag kommunen att informera om behovet av en snödeponeringsyta. Därefter undersöka om parkering kan förekomma långa gatorna, som idag är möjligt och troligen kan fortsätta användas under vintern. Vid storgatan kan t.ex. stormplantern anläggningarna fördelaktigt användas som mindre snödeponier om det kan säkerhetställas att träden inte tar skada. Förslagvis tas några av parkeringarna mellan anläggningarna i anspråk för upplagring av snö, så istället endast smältvattnet kan omhändertas av stormplantern anläggningen. Annars kan fördelaktigt refugerna vid platsen Parkering användas som upplag för snö och då också hantering av smältvatten (Möjligen den extra nedsänkta delen, på långsidan). Dock skall detta ske där inte kanten är markerad med träräcket samt utan att utsätta träd för skador på stammar.

Skador som kan uppkomma på beläggingen bör åtgärdas efter vintern. Stormplanterns anläggningskanter bör markeras med markeringspinnar, för att minska skador från plogbilen. Skador som sättningar på beläggingarna kan uppkomma efter vintern och beror ofta på att markbeläggingens underbyggnad inte har anlagts korrekt. T.ex. kan det orsaka tjälskador eller sättningar som sedan tar skada vid plogning. Funktionen kan också nedsättas under vinter om underbygganden inte

anläggs korrekt. Den bör vara genomsläpplig, för hantering av smältvatten och annan nederbörd.

Vegetationens förmåga att hantera mängden salt från halkbekämpnings, blir troligen synligt efter första vintersäsongen. I själva refugerna, gräsyterna, svackdiket eller stormplantern bör det inte saltas, då anläggningen får sin dos av salt från smältvattnet. Om felaktigt växtmaterial valts, (material som inte tål salt) bör det döda materialet bytas mot mer salttåligt material, vid lämplig tid på året. Att tänka på är att även ackumulationer av grus i refugerna måste tas bort.

#### **Att tänka på under och efter vinterväghållningen.**

- Halkbekämpning - kräver uppsugning av grus för att bibehålla anläggningens funktion.
- Hantering av smältvatten, kontroll att ytan är genomsläpplig och då korrekt genomsläpplig. (syns om vatten är stående och inte kan infiltreras och bör då åtgärdas)
- Kontroll efter skador på samtliga beläggningar med tillhörande kantsten, som kunnat uppstå från snöplogning.
- Kontroll efter skador på trädräcke från snöplogning, samt skador på beläggningen.
- Kontroll efter skador på vegetation, bör kompletteras eller bytas för mer lämplig sort/art.
- Markering av anläggningens kantstenar med snöpinnar (markeringspinnar)
- Upplag för deponi med special skyltning vid parkerings ytan, eller användning av refugerna, där inget trädräcke finns.

# Del IV

---

Här nedan kommer diskussionen mellan mina tankar, litteraturen och intervjupersonernas svar.

## Diskussion och slutsats

### Diskussion

#### Hållbar dagvattenhantering

Att använda begreppet hållbar dagvattenhantering, får en att fundera på vad det är som gör det hållbart? Många författare nämner begreppet i litteraturen såsom Stahre (2008, 2004) och Svenskt vatten AB (2011) med flera. Men ingen av dessa beskriver varför denna typ av hantering av dagvatten kallas hållbar dagvattenhantering. Till deras försvar använder samtliga också benämningar som alternativ dagvattenhantering och öppna dagvattensystem m.m.

Under intervjuerna diskuterades begreppet hållbar dagvattenhantering och jag fick svaret att "hållbar" inte är bästa uttrycket, utan anläggningarna sågs mer bidra till en mindre miljöbelastning än traditionella ledningar. En annan synvinkel på hållbar dagvattenhantering var lik den första men syftade mer på att anläggningar blev hållbara om de uppfyllde de kriterier som hade bestämts för processen. Det låter också som en klok förklaring om vad hållbar dagvattenhantering kan betyda; att anläggningen blir hållbar om hela processen blir som man planerat. Kanske passar de två svaren bättre tillsammans; det blir hållbart om processen blir som planerat och är ett mer miljövänligt val än traditionella-ledningar.

En annan synvinkel som SOU (2010) nämner är att dagvattenhantering fyller många hållbarhetsfunktioner. Då t.ex. gröna tak och ytor med vattenspeglar ger människan starka upplevelser av trivsel, rekreation och skönhet samtidigt som de bidrar med att utjämna dagvattenflödet. Så då kan det tyckas att det finns något i benämningen *hållbar dagvattenhantering*, då sådana anläggningar ger mycket fler mervärden som gynnar människan och naturen, än vad de *traditionella* ledningarna bidrar med.

Som sammanställningen av intervjuerna visade behöver det uppfyllas vissa kriterier samt införas nya verktyg och modeller för att processen ska bli lyckad. Sammanställning finns nedan:

- Samverkan
- Tillgång till delaktighet tidigt i processen.
- Skötselmanualer och råd och planer
- Bättre planering för säkerhetsrisker och tydliga föreskrifter och hjälpmedel för planering av anläggningarna
- Kunskapsutveckling/ kompetensutveckling inom flertalet branscher.

Samverkan och att dagvattenfrågan får komma tidigt in i processen, sågs som de två viktigaste punkterna från intervjuernas sammanställning. Även litteraturen visar på att dessa två punkter är viktiga för säkerställandet av ett lyckat hållbarare resultat. Speciellt Stahre (2004), Svenskt vatten AB (2011) och Viklander & Bäckström (2008) beskriver vikten av att samverkan mellan tjänstemännen på tekniska kontoret samt mellan andra berörda aktörer sker tidigt i planeringen. Samverkan och att dagvattenfrågan lyfts tidigt i processen för ett område under utveckling eller omvandling är viktigt. Det kan skapa stora förändringar på resultatet beroende på när aspekten lyfts. Troligen kan kommunerna spara pengar på att planera för dagvattnet i ett tidigt skede då det är lättare att undersöka vilka anläggningar som går att införa som kan säkerhetsställa att området inte översvämmas. Om det sker tvärtom så blir det något svårare att kunna hantera dagvattnet, då andra kanske mer skötselkrävande lösningar får användas istället, eller att projektet försenas för att detaljplanerna måste ändras, då den nya vinkeln eller aspekterna från *dagvatten-synvinkeln* ändrar förutsättningarna för ett område.



## Befintliga miljöer

Problemen med översvämningar och annan påverkning från klimatförändringarna blir extra tydliga i den urbana miljön. Allt detta sker för att vi skapat ett landskap som vi inte vet hur den fungerar. En sammanfattning av litteraturen från Davies (2005), Hough (1984), Aryal et al (2010) och Barton & Pretty (2010) skulle det kunna dras en slutsats att urbaniseringen tog sådan fart att vi glömde att inkludera det som förr varit en självklarhet, att leva i ett samspel med naturen. Idag märker vi hur staden inte är förberedd för kraftiga regn och hur sårbara städerna är, vilket syns vid kraftiga augustistormar. Dagvattenledningarna runt om i landet har redan nu nått sin högsta kapacitet och det behövs större förnyelser på hela VA-nätet. Enligt Svenskt Vatten AB (2011) finns det tankar på att förnya och förändra dimensioneringen på ledningarna för att möta kommande klimatförändringar. Det är klart en vettig lösning men vad denna uppsats försöker visa är att det finns andra alternativ för hanteringen av dagvattnet inom den befintliga staden för att uppnå en hållbar stadsutveckling. Det är enligt min mening mindre hållbart att gräva ner problemet och gömma det för befolkningens ögon, eftersom de då inte reflekterar över vart det förorenade smutsiga vattnet tar vägen. Genom att använda öppna dagvattenanläggningar gör man dagvatten synligt för staden och människorna kan följa och se hur det renas och fördröjs i olika kedjor av anläggningar. Med hjälp av skyltar där det står kortare information om varför det hanteras genom öppna anläggningar, ökar möjligheten för acceptans när en översvämningsyta, utformad som en sportyta, parkering eller gräsyta, under en kortare tid står under vatten. Dessa skyltar är av stor betydelse inte bara när det gäller acceptans utan också när det handlar om utbildning. Får befolkningen information om varför dagvattnet behandlas och vad det har för inverkan på deras liv (t.ex. att de slipper översvämningar i sin källare) hur det påverkar recipientens välmående, ökar kunskapen om hur deras omgivning fungerar och hur de påverkar den. Betydelsen av skyltning med information blev förstärkt av intervjupersonerna som också såg vinsterna i

att använda sig av skyltar som förklarar hur och varför i ett undervisande syfte.

Även om jag förespråkar användningen av alternativ dagvattenhantering i befintliga miljöer så måste det ske olika undersökningar för att kunna undersöka dess lämplighet. Troligen så har de flesta urbana miljöer en skadad markstruktur orsakad genom packning och konkurrensen under jord (det finns mer än bara VA-ledningar i marken, såsom fjärrvärme, EL-ledningar m.m.). Enligt Stahre (2004) bör man då inte fokusera på att anläggningarna ska infiltrera dagvattnet, då det inte kan perkolera ner till grundvattnet. Istället bör fördröjning vara i fokus. Det kan till exempel vara en rad av *stormwater planters* (Bioretention) som sammankopplat fördröjer dagvattnet som passerar genom anläggningar. Dagvattnet renas vid transporten genom kedjan av anläggningar och slutligen kopplas dagvattnet på dagvattenledningen som leder ut till lämplig recipient.

Det är något som bör vara i åtanke vid planering av dagvattenanläggningar, att ingen plats är den andra lik. Är man noggrann och undersöker platsens förutsättningar och anpassar anläggningarna efter det, så är det egentligen bara fantasin och de tekniska begränsningarna som sätter gränserna för vad som kan åstadkommas inom den befintliga miljön.

## Vinster

Eftersom vi blir fler och fler i den urbana miljön måste samhällsplaneringen verkligen lyfta de ekologiska aspekterna för att minska de påfrestningar som den urbana miljön har på människor. De olika författarna Hough (1984), Aryal et al (2010) och Barton & Pretty (2010) förklarar att människor påverkas negativt av de allt ökade stressfaktorerna som förekommer i staden. De påpekar också att människorna i den urbana miljön inte hinner återhämta sig och är ofta mentalt trötta, för att vi ständigt måste vara mottagliga för den ström av information som finns i den urbana miljön. Barton & Pretty lyfter då en lösning för att minska belastningen av den urbana miljön på människorna,

och det är genom kontakt med grönska. De pratar om att forskning visar att människor behöver natur och grönområden i sin närmiljö för att öka möjligheten till återhämtning från olika stressfaktorer och pressen från stadslivet. Man kan diskutera här vad författarna menar med grönområden och natur? Menar de större parker och kyrkogårdar (som ofta är en grön lunga i staden) eller menar de tillgång till grönska utanför dörren? Jag menar att man ska skapa möjligheter för ett grönare stadsrum istället för att precisera grönskan till mindre ytor i staden i form av parker och kyrkogårdar. Genom att föra in grönska och natur till stadens gator ökas alltså grönområdets utbredning. Detta kan ske i olika former till exempel genom gröna tak, gröna väggar, olika dagvattenanläggningar på marknivå med tillhörande vegetation (grön-blå dagvattenlösningar) och då gärna en kombination av dessa.

*Tänk själv, du går längs en gata med höghus omkring dig med några fåtal träd i en annars grå miljö, du är stressad för inget och allt och bilarna flyger fram bredvid dig. Helt plötslig sker en förändring, väggen är grön av vegetation i form av klätterväxter eller moduler med perenner. Träden ser grönare och gladare ut. Deras växtbädd är större och kompletteras med annan vegetation av perenner vars blommor lockar bin och humlor och annat djurliv. Markens beläggning förändras och ser annorlunda ut med bredare fogar men ändå jämn och behaglig att gå på. Du inbillar dig att luften känns friskare och ljudnivån sänks. Du saktar ner, plötsligt känns världen inte så grå och ett leende sprids över ditt ansikte.*

Tyvärr har det länge funnits brister i att se fördelarna med att inkludera grönområden eller ekologiska processer inom staden. Som jag beskrev ovan har det ofta preciserats till en exakt yta. Hough (1984) påpekar att det finns fördelar med att inkludera ekologiska processer i planeringen av den urbana miljön. Det Hough skriver var möjligen aktuellt under 1984, men även idag finner man sanningen i det han nämner. Brister i att se vinsterna är fortfarande påtagliga i dagens stadplanering. Dock har det nu under det senaste årtiondet börjat ske förändring med att se fördelarna med inkludera ekosystemtjänster i stadens planering. Vilket är positivt, ett

flertal av de nämnda författarna påpekar vinsterna, inte bara ekologiska vinster utan även ekonomiska och sociala vinster, med att inkludera ekosystemtjänster eller ekologiska processer i staden. Det är lite ironiskt som Hough förklarar att tanken med den moderna staden skulle ses som en produkt för att spara energi och ge ekonomisk kraft och vara högteknologisk. Det man kan se idag är att staden inte är effektiv på att spara energi då många hus är fel utformade och kräver mycket energi till uppvärmning under vintern och avkylning på sommaren. Detta går att lösa genom införandet av grönska. Det finns forskning och experiment samt verkliga försök som visar att gröna tak, gröna väggar och trädplanteringar framför huset bidrar till minskad energiförbrukning, då de ger en isolerande effekt.

Om man ska göra en punktlista över de vinster som kan uppnås med införandet av grönska till hela stadsrummet skulle den troligen bli lång. Här lyfts istället de vinster jag anser vara viktigast inför den kommande framtiden.

- Närheten till grönska
- Förbättrar människors hälsa och välmående och beteenden
- Både psykiskt och fysiskt.
- Förbättrar skapandet av nätverk och motion
- Minskar nivå av brott, ilska och våld
- Bättre luft kvalitet,
- Bättre luftfuktighet
- Bättre vattenkvalitet inom och utanför den urbana staden
- Bevarande och rikare biologisk mångfald
- Minskar den urbana miljöns belastning på omkringliggande landskap.

För att lyckas nå alla vinster med ekosystemtjänsterna måste de ske på flera platser inom den urbana miljön, för att få ett bra resultat. Det är även viktigt att det finns en förståelse för att olika platser skiljer sig från varandra. Därför bör man undersöka och utvärdera anläggningar efter

projekt slut för skapandet av en kunskapsbank om vad som fungerar och inte fungerar. Det kan handla om att infiltration inte visade sig vara lämplig då det inte hade gjorts ordentliga geotekniska undersökningar. Genom att lära sig av sina misstag och positiva lärdomar så ökar möjligheten för att nå alla vinsterna som kommer med ekosystemtjänster.

Utöver de nämnda punkterna ovan så nämner Stahre (2004) ett flertal mervärden med öppen eller hållbar dagvattenhantering. Dessa anser jag tala för sig själva, men är värda att nämna igen. Dessa mervärden eller vinster är bra att lyfta och tydliggöra för politiker och andra beslutspersoner. Med hjälp av mervärdena förenklas och förtydligas det varför alternativ dagvattenhantering är mer fördelaktig för den urbana miljön än traditionell klimatanpassning av dagvattenledningar. Allt går inte att beskriva inom ekonomiska kalkyler då ibland det symboliska eller personliga värdet inte går att prissätta. Därför är dessa mervärden viktiga då de tydligt visar vad som kan tillkomma med de olika anläggningarna. Allt hänger på att konstruktionen och dess anläggning sker enligt ritningar och beskrivelse och att förvaltning och driftskötsel upprätthålls löpande.

## Risker

Att vara medveten om att det finns risker med hållbar dagvattenhantering, tror jag kan bidra till en förståelse för vad som kan gå fel och hur det med rätt planeringen kan undvikas. Författarna i litteraturen skriver mycket om vad som är det viktigaste, såsom samverkan och att komma tidigt in med dagvattenfrågan till processen. Men det som är de viktigaste är också potentiella risker, då om de inte fungerar så faller ofta något i projektet såsom att förvaltningen och driften, likt det som hände i Augustenborg (se kapitel *Sammanställning intervjuer*). Från intervjuerna kunde några viktiga punkter lyftas som viktiga:

- Säkerhetsrisker (speciellt dammar, men även andra anläggningar såsom kanaler m.m.)
- Känsliga för erosion och igensättning p.g.a. dålig skötsel

- Kan byggas felaktigt, då det finns brist på personer som inte kan avläsa en ritning korrekt.

Som intervju-personer beskrev om begreppet hållbar dagvattenhantering med svaret '*att den blir hållbar när den uppfyller alla kriterier*', men kriterier kan också ses som potentiella risker om de inte uppfylls. Det är viktigt att vara medveten om riskerna för att undvika dem. En intressant aspekt är att litteraturen ofta inte säger riskerna, åtminstone inte rakt ut, utan troligen är det så att det är många vinklar och aspekter som lätt kan glömmas och det i sig är en risk. Andra frågor som intervjuerna lyfte var den om säkerhetsrisker. Inte bara den om drunknings-risken eller risken att trilla på kanter m.m. Det finns myndigheter som MSB - Myndigheten för säkerhet och beredskap, som är bra att ta kunskap ifrån. Det finns ofta information och kunskap så 'hjulet inte ska behöva uppfinnas på nytt'.

Skötseln för anläggningars funktion är viktigt, vilket Woods-Ballard et al(2007) skriver, för blir förvaltningen och skötseln eftersatt försämras anläggningens prestanda. Problemet kan ligga i att det saknas manualer och råd hur anläggningar ska omhändertas, till skillnad från utlandet, såsom Wood-Ballard et al som beskriver, där det finns angivet hur anläggningar bör tas om hand och beskrivet att förvaltningen av många av anläggningarna kan kopplas till den vanliga skötseln av grönområden. Det som kan behöva special kunskap är möjligen spolningen av filter eller sopning/sugning av genomsläppliga beläggningar för inte täppa till beläggningarna. Jag tror att det behövs skapas svenska råd och riktlinjer för att förvaltningen av anläggningarna ska bli lyckade och inte bli en risk, som det tillvisso är idag, då förvaltningen inte alltid sker på korrekt vis.

En annan risk som en av intervjuerna tar upp, är att det finns en brist av kunskap på anläggningssidan. Då kunskapen att läsa en ritning ibland är bristfällig och kan resultera i att bräddavloppet inte placeras i den höjd som finns angivet på ritningen, utan placeras lägre än bestämts, vilket bidrar med en anläggning som inte uppfyller den fördröjningseffekt som var beräknat. Här kommer samverkan på tal igen, som många av

författarna diskuterar som viktig. Med en fungerande samverkan kan liknande missar upptäckas och förklaras varför ledningen ska vara på en annan nivå än vanligt. Det handlar möjligen om att vidareutbilda och föreläsa om dagvattenhantering.

### Vikten av rening

Att det är nödvändigt att dagvatten genomgår någon form av rening är viktigt, vilket inte är svårt att förstå. Speciellt när Hallberg (2004) beskriver att enligt EG direktiv klassas dagvatten som en typ av avloppsvatten och då främst trafiknäraområden såsom motorvägar. Det som är intressant är att motorvägar tas upp som exempel då de flesta städer och tätortsområden har hög andel trafik och även tyngre trafik. Möjligen blir det inte i samma föroreningsnivå som på en högtrafikerad väg som på motorvägar, fast orenat dagvattnet från mindre vägar kan fortfarande bidra till skador i recipienten. Tänker mig att även urbana trafikmiljöer måste bidra med liknande höga halter av skadliga ämnen som fastnar på vägar, väggar och tak, som 'spolas rent' till att bli dagvatten. Det finns olika schablonhalter från Storm TAC (2010), som visar att vissa ytor har liknande halter, vilket stödjer mitt argument att allt dagvatten, oberoende markanvändning, borde klassas som samma typ av avloppsvatten som från en tungt trafikerad väg.

Hur ska man kunna ändra synen att även dagvattnet inom urbana områden också måste renas för att minska påfrestningarna för omkringliggande miljöer? Kommer det hjälpa med att skapa strängare lagstiftning som i princip säger att allt dagvatten måste renas innan utsläpp till recipient. Det kan inte jag svara på, men i Sverige idag finns en positiv utveckling genom att landets kommuner fått kunskap om det orenade dagvattnets påverkan på miljön. Resultatet har blivit att många kommuner får hjälp att skapa dagvattenpolicys eller strategier för främst hantering, men också rening av dagvatten. Svenskt vatten AB (2011) nämner också att dagvattenstrategi eller policy som fastställs av kommunen kan bidra till förbättrad och fungerande samverkan mellan

berörda aktörerna. *Frågan är hur väl kommunerna följer dagvatten - policyn/strategin när det gäller befintliga kvarter, jämfört med nya exploateringsområden.*

Det finns även andra problem, då föroreningarna inte förekommer i en form utan har många olika former, vilket kan försvåra reningen av dagvattnet. Enligt Hallberg (2004) är det antingen bundet eller löst i vattnet och vissa ämnen måste sedimenteras och vissa fastnar i filter som måste spolas efter en viss tid. Det bevisar att en kedja av dagvattenanläggningar är viktigt, speciellt i befintliga kvarter där det ofta finns brist på utrymme för större sediment eller filteranläggningar såsom dammar, våtmarker. Förutom att tänka på rening av dagvatten vid lokal omhändertagning, kan det kopplas med de följande områdena och bli en kedja av anläggningar som tillsammans transporterar dagvattnet mot lämplig recipient. Många av författarna och intervjupersonerna såsom Stahre, Svenskt vatten AB, m.fl. förespråkar en kedja av dagvattenanläggningar. Troligen för att säkerhetsställa att dagvattnet får en god möjlighet att kunna framgångsrikt bli renat.

## Slutsats

### Vinster

De vinster som finns med blågröna ytor eller grönska sammanställs till en kortare lista nedan. Det finns troligen många fler och vissa väger tyngre än andra och kan få mindre eller större betydelse beroende på vilken typ av anläggningar som införs.

- Lyfter områden → ekonomiska vinster
- Minskar översvämningsrisken
- Mångfunktion
- Ökad rening av dagvatten
- Fördröjning av dagvatten
- Förbättrar klimatet samt ökar luftfuktighet
- Förbättrad luftkvalitet
- Minskar föroreningshalterna i recipienterna
- Ökar närheten till grönska
- Fyller på grundvatten
- Pedagogik + övriga mervärden (Stahre 2004)
- Närheten till grönska
- Bättre vattenkvalitet inom och utanför den urbana staden
- Bevarande och ger rikare biologisk mångfald
- Minskar den urbana miljöns belastning på omkringliggande landskap.

### Risker

- Det kan bli fel om man struntar i att de finns, bättre att lokalisera var det kan bli problem och försöka hitta lösningen som minimerar risken.
- Några slutsaster som kan behövas för att minimera riskerna:
- Skötselmanualer och råd och planer

## Samverkan

- Bättre planering för säkerhetsrisker och då tydliga föreskrifter och hjälpmedel för planering av anläggningarna
- Tillgång till delaktighet tidigt i processen.
- Kunskapsutveckling/ kompetensutveckling
- Informationsskyltar som minskar missförstånd

## Lämpliga reningstekniker för befintliga kvarter

Lämpliga reningstekniker är helt beroende på typ av område samt hur stort utrymme som finns tillgängligt. De beror också på typ av jordart som är finns på den specifika platsen. Ordentliga geotekniska undersökningar är ett måste. För att uppnå maximal rening ska det inkluderas ett sandfilter. Sandfilteret fångar fler tungmetaller än näringsämnen som ofta släpps igenom. Växternas funktion är främst för att bidra med mikroliv, som skapar ett biofilter, som i sin tur bidrar till struktur i jorden. Så växterna ger en indirekt rening men vars funktion är viktig ändå.

Med det sagt anser jag att många av dagens dagvattenanläggningar är lämpliga reningstekniker för den urbana miljön. Dagvattenanläggningar såsom storm planters eller annan bioretention - anläggningar, kan fungera som en perenn-, prydnadsgräs- plantering och växtbädd för träd. Större anläggningar som våtmarker och stora breda svackdiken blir svårare att få in till staden och befintliga områden. *Kursiverade är inte nämnda i rapporten.*

- *Torr dammar - Översilningsytor*
- Grus- och makadamfyllningar
- Gröna tak
- Svackdiken
- Bioretention
- Genomsläppliga beläggningar
- Kanaler
- *Mångfunktionella ytor*

## Framtida forskning

Det hade varit intressant om man tittat närmare på hur det genom innovativ dagvattenhantering kan spara dagvattnet för bevattning eller spoling av toaletter eller liknande. Det behövs för man spår att framtidens klimat kommer att ge långvarig torka i Sveriges södra delar. Även om vi tror att vi har bra tillgång till sötvatten/färskvatten, så måste vi ändra oss och inte spola våra toaletter m.m. med vårt dricksvatten

Att undersöka vidare om säkerhetsfrågor för olika anläggningar. Vad måste man tänka på m.m.? Det behövs komma tydliga uppdaterade riktlinjer som är tillgängliga för alla olika aktörer.

Cradel to cradle - är ett begrepp som handlar om kretsloppstänkande. Det hade varit mycket intressant och undersöka hur hållbar dagvattenhantering kan kopplas till Cradel to Cradel filosofin. Cradel to Cradel nämner kort gröna tak och väggar men i den aspekten att det bidrar till bättre klimat, förbättrad luftklimat inomhus och utomhus, samt som en extra isolering av byggnaden. Skulle då även dagvattenaspekten kunna vävas in?

En annan aspekt för framtida forskning skulle vara att skapa en standard skötselmanual för dagvattenanläggningarna så deras drift och förvaltning kan bli åtkomligt för olika aktörer, företag och organisationer.

Framställandet av en Svensk skötselmanual skulle fördelaktigt göras genom en omvandling av utländska föreskrifter och manualer, för att anpassa det efter Svenskt klimat. Vinteraspekter och skötsel under vinterhalvåret bör inkluderas som en viktig punkt i skötselmanualen.

## Källförteckning

- Alm, H. Åström, A. (2014) *Kommunal dagvattenhantering – juridiska och finansiella aspekter*. Stockholm: Svenskt vatten AB (rapportnr: 2014-07).
- Alm, H., Banach, A., & Larm, T. (2010). *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling nr 2010-06.
- Aryal, R., Vigneswaran, S., Kandasamy, J., & Naidu, R. (2010). Urban stormwater quality and treatment. *Korean J. Chem. Eng.*, 27, 1343–1359.
- Barton, J., & Pretty, J. (2010). Urban ecology and human health and wellbeing. i K. Gaston, *Urban ecology* (ss. 202 -229.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bryman, A. (2011). *Samhällsvetenskapliga metoder*. (2., [rev.] uppl.) Malmö: Liber
- Cahill, T. H. (2012). *Low Impact Development and Sustainable Stormwater Management*. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Davis, A. (2005). Green engineering principles promote low impact development. *Environmental Science & Technology* 39, (16), 338A–344A.
- Dunnett, . & Clayden, A. (2007). *Rain gardens: managing water sustainably in the garden and designed landscape*. 3. utg. 2008, Portland: Timber Press.
- Elmqvist, T. (2010). Låt ekosystem i staden möta klimatförändringen. i B. Johansson, *Sverige i nytt klimat: våtvarm utmaning*. (ss. 203 - 212). Stockholm: Formas.
- EPA Victoria. (2008). *Maintaining water sensitive urban design elements*. Melbourne: Southbank Victoria.
- Federal Interagency Stream Restoration Work Group. (1998). *Stream corridor restoration: Principles, processes, and practice*. Washington (DC): National Engineering Handbook, part (NEH) 653.
- Ferguson, Bruce K. (2005). *Porous pavements [Elektronisk resurs]*. Boca Raton, Fla.: Taylor & Francis
- Gaston, K. J., Davies, Z. G., & Edmondson, J. L. (2010). Urban environments and ecosystem functions. In: Gaston KJ. i K. Gaston, *Urban ecology* (ss. 35-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Hallberg, M. (2004). Försedimentering och filter vid dagvattenrening i föroreningsbelastade och trafiktäta områden. *VATTEN* (4), 261.
- Hough, M. (1984). *City form and natural process: towards a new urban vernacular*. London: Croom Helm.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of



- the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp
- Larm, T., & Pirard, J. (2010). *Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten*. Stockholm: SWECO.
  - Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington: DC: Islands press.
  - Nationalencyklopedin, NE. (2015a). *Abiotisk*. Tillgänglig: [www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/abiotisk](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/abiotisk) [Hämtad 2015-05-18]
  - Nationalencyklopedin, NE. (2015b). *Avrinningsområde*. Tillgänglig: [www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/avrinningsområde](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/avrinningsområde) [Hämtad 2015-05-18]
  - Nationalencyklopedin, NE. (2015c). *Biotisk*. Tillgänglig: [www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/biotisk](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/biotisk) [Hämtad 2015-05-18]
  - Nationalencyklopedin, NE. (2015d). *Ekosystem*. Tillgänglig: [www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekosystem](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekosystem) [Hämtad 2015-05-18]
  - Nationalencyklopedin, NE. (2015e). *Evapotranspiration*. Tillgänglig: [www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/evapotranspiration](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/evapotranspiration) [Hämtad 2015-02-20]
  - Nationalencyklopedin, NE. (2015f). *Recipient*. Tillgänglig: [www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/recipient](http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/recipient) [Hämtad 2015-05-18]
  - NSVA(2013). *Dagvattenpolicy för Åstorp kommun*. Tillgänglig: [http://www.nsva.se/Documents/Dokument/NSVA\\_Dagvattenpolicy\\_%C3%85storp.pdf](http://www.nsva.se/Documents/Dokument/NSVA_Dagvattenpolicy_%C3%85storp.pdf)
  - SCB (2014). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2014 och befolkningsförändringar 2014*. Tillgänglig: [http://www.scb.se/sv\\_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningenssammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Helarsstatistik---Kommun-lan-och-riket/385423/](http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningenssammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Helarsstatistik---Kommun-lan-och-riket/385423/) [Hämtad 2015-03-26]
  - SMHI. (den 23 April 2014a). *Nedebörd*. Hämtat från Klimatanpassningsportalen: <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord-information-1.22490> [Hämtad 2015- 03-03]
  - SMHI (2009a). *Normal årsavrinning*. Publicerad 27 oktober 2009, Uppdaterad 23 april 2014. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/vattenforing/normal-arsavrinning-1.7967> .[Hämtad 2015-05-07]
  - SMHI. (den 25 September 2014b). *Om klimatscenarier*. Hämtat från Kunskapsbanken: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/om-klimatscenarier-1.76789> [Hämtad 2015-03-04 Mars 2015]
  - SMHI (2009b). *Årsnedbördsmängd*. Publicerad 26 oktober 2009, Uppdaterad 23 april 2014. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/normal-arsnederbord-1.7956> [Hämtad 2015-05-07]

- SOU (2010) Miljövårdsberedningen Jo 1968:A. Delegationen för hållbara städer. Rapport för verksamheten under år 2008-2010.
- Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering: planering och exempel*. Stockholm: Svenskt vatten.
- Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden: Malmö's way towards a sustainable urban drainage*. Malmö: Va syd.
- StormTac, version 2010-03. Tillgänglig [www.stormtac.com](http://www.stormtac.com)
- Svederberg, Linda (2014) *Förslag på handlingsplan Centrum 2.0 Åstorp Söderstaden*. Åstorp kommun
- Svenskt vatten AB. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering: råd vid planering och utformning*. (1. utg.) Stockholm: Svenskt vatten (P105).
- Svenskt vatten. (2004). *Dimensionering av allmänna avloppsledningar*. Stockholm: Svenskt vatten (P90).
- Svenskt Vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Tegelberg, L. & Svensson, G. (2013) *Utvärdering av Svenskt Vattens rekommenderade sammanvägda avrinningskoefficienter*. Stockholm: Svenskt Vatten AB. Rapportnummer: 2013-05.
- Viklander, M., & Bäckström, M., (2008). *Alternativ dagvattenhantering i kallt klimat*. Svenskt Vatten Utveckling rapport nr 2008-15. Stockholm: Svenskt Vatten
- VISS (2014a) *Humlebäcken*. Vatteninformationssystem Sverige. Tillgänglig: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE622741-132411> [Hämtad: 2015-04-10]
- VISS (2014b) *Vege å: Humlebäcken-källa*. Vatteninformationssystem Sverige. Tillgänglig: <http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE621613-132747>. [Hämtad 2015-04-10]
- Woods-Ballard, B, Woods-Ballard, R, Martin, P, Jefferies, C, Bray, R, Shaffer, P, (2007) *The SUDS manual*, C697, CIRIA, London (ISBN: 978-0-86017-697-8). Go to: [www.ciria.org](http://www.ciria.org)
- Yin, R.K. (2007). *Fallstudier: design och genomförande*. (1. uppl.) Malmö: Liber.
- Åstorps kommun (2012). *Översiktsplan 2012 Åstorps kommun*. Tillgänglig: <http://www.astorp.se/download/18.287bab8413ae1537ce580001676/1385368781956/%C3%B6versiktsplanlagakrafttryck.pdf> [Hämtad 2015-03-26]

### Muntliga Källor

Kent Fridell, Tengbom, 14 april 2015

Stefan Billqvist, VA SYD, 15 april 2015

## Bilaga 1 Jordkarta





## Bilaga 2 – Bilder på anläggningar

**Street swale**



By U.S. Environmental Protection Agency  
[Public domain], via [Wikimedia Commons](#)

**Stormwater planter**



By Philadelphia Water Department  
Taken on May 1, 2013, [Länk](#)

**Stormwater planter**



By Philadelphia Water Department, Taken on  
May 2, 2013

[Länk](#)

**Grönt tak - Intensiv**



BY Joe Wolf  
Uploaded on May 25, 2011

[Länk](#)

**BioSwale / Bioretention**



By Aaron Volkening, Taken on July 3, 2010

[Länk](#)

**Torrdamm / Raingraden**



BY Philadelphia Water Department, Taken on  
May 5, 2013

[Länk](#)



### Bioswale



BY Steven Vance, Taken on April 15, 2010  
[Länk](#)

### Genomsläpplig asfalt infiltrationsförmåga



By JJ Harrison (jjharrison89@facebook.com)  
(Own work) [CC BY-SA 3.0] via [Wikimedia Commons](#)

### Beläggning med genomsläpplig fog



By Center for Neighborhood Technology,  
Taken on April 11, 2012  
[Länk](#)

### Park Swale and Rain Garden



By, Philadelphia Water Department, Taken on May 5, 2013.  
[Länk](#)

### Park Swale and Rain Garden



By Philadelphia Water Department,  
Taken on May 5, 2013  
[Länk](#)

### BioSwale / Biorentention



By Center for Neighborhood Technology,  
Taken on October 23, 2013,  
[Länk](#)



**Stormwater planter, in city**



By Brett VA, This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License.

**Hålsten med gräsfog**



By Immanuel Giel, 25 September 2007 (UTC), via [Wikimedia Commons](#)

**Biorentention, påkopplad till stuprör**



Skapad av Edd Johansson & Sofia Stenberg

**Green roof – Extensiv**



By Djembayz, CC BY-SA 3.0, via [Wikimedia Commons](#)